Revue générale des Sciences pures et appliquées

TOME TRENTIÈME

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

FONDATEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

Directeur : **J.-P. LANGLOIS**, Docteur ès Sciences, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine.

COMITÉ DE RÉDACTION

MM. **Paul APPELL**, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris; **E.-L. BOUVIER**, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle; **E. DEMENGE**, Ingénieur civil; **E. GLEY**, Professeur au Collège de France; **Ch.-Ed. GUILLAUME**, Correspondant de l'Institut; **A. HALLER**, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne; **E. HAUG**, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne; **L. MANGIN**, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle; Vice-Amiral **PHILIBERT**; **Em. PICARD**, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.

Secrétaire de la Rédaction : LOUIS BRUNET.

TOME TRENTIÈME

1919

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

PARIS

Gaston DOIN, Editeur

8, place de l'Odéon, 8

—

1919

30e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 23 décembre 1918, l'Académie a procédé à l'élection d'un troisième membre dans la nouvelle Division des Applications de la Science à l'Industrie. Une Commission spéciale avait élaboré la liste suivante de candidats: en première ligne, M. Georges Charpy; en seconde ligne, MM. H. de Chardonnet, G. Claude et Ch. Rabut. Au second tour de scrutin, M. Charpy a été élu par 28 suffrages sur 53 votants, le reste des voix s'étant porté sur M. de Chardonnet (12), M. Laubeuf (7), M. Claude (2), M. Lumière (2), M. Lazare Weiller (2).

M. G. Charpy, qui était déjà Correspondant de l'Académie depuis plusieurs années, est l'auteur de travaux estimés sur les propriétés des solutions, d'une part, sur la structure, la constitution, les propriétés mécaniques et les méthodes d'essai des métaux et alliages, d'autre part. Il est le directeur des Usines Saint-Jacques, de la Compagnie des Forges de Chatillon, Commentry et Neuve-Maison, à Montluçon.

Dans sa séance du 16 décembre, l'Académie avait élu deux nouveaux Correspondants : M. Waddell, pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. Zaboudski, décédé, et Sir David Bruce, pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. Czerny, décédé. Sir David Bruce est l'auteur de travaux importants sur les maladies des pays chauds, en particulier sur les trypanosomiases.

§ 2. — Institutions scientifiques

La deuxième session de la Conférence interalliée des Académies scientifiques. — La Conférence interalliée des Académies scientifiques[1] a tenu sa seconde session à Paris, du 26 au 29 novembre. Elle a réuni des délégués de Belgique (3), du Brésil (1), des Etats-Unis (6), de France (13), du Royaume-Uni (9), d'Italie (5), du Japon (2), de Pologne (1), du Portugal (1), de Roumanie (4) et de Serbie (2).

Elle a d'abord décidé de remplir provisoirement le rôle du Conseil international de recherches, dont la création a été votée à la réunion de Londres.

Puis elle a institué un Comité exécutif de 5 membres, MM. Hale, Lecointe, Em. Picard, Schuster, Volterra, chargé d'étudier dans leurs détails les questions soulevées à la Conférence, avec le concours des organismes ou personnes les mieux qualifiés. Le Comité exécutif a choisi M. Emile Picard comme président, M. Schuster comme secrétaire, et décidé que le siège du Bureau administratif sera, jusqu'à nouvel avis, à Londres.

Les Associations internationales, rattachées au Conseil international de recherches, seront fondées par les pays de l'Entente. Les nations neutres pourront éventuellement y être admises, soit sur leur demande, soit sur la proposition d'un des pays faisant déjà partie de l'Association. Ces demandes seront soumises au Comité international, qui décidera de leur admission à la majorité des trois quarts des voix de l'ensemble des pays déjà entrés dans l'Association.

La Conférence s'est ensuite occupée particulièrement des associations fermées ayant pour objet la réalisation d'œuvres nécessitant une coopération. Telles sont, par exemple, l'Union astronomique, s'occupant de toutes les questions relatives à l'Astronomie, et l'Association géophysique, qui embrassera la Géodésie, la Sismologie et la Météorologie avec le magnétisme terrestre et la vulcanologie.

De nombreuses propositions ont été prises en considération et renvoyées, pour une étude plus approfondie, au Comité exécutif. Elles concernent la création de diverses associations internationales, la bibliographie, la nomination d'attachés techniques, les laboratoires internationaux, les questions de brevets, les échanges internationaux.

§ 3. — Astronomie

Les étoiles naines. — D'après la théorie formulée, il y a quelques années, par Russell, les étoiles

1. Voir la *Rev. gén. des Sc.* du 15 octobre 1918, p. 529, et du 15 novembre 1918, p. 593.

peuvent être divisées en deux grands groupes, dont l'un comprend celles dont la température augmente (étoiles géantes), et l'autre celles qui ont dépassé leur température maxima et dont la luminosité est maintenant en décroissance (étoiles naines).

Jusqu'à ces dernières années, la plupart des astronomes considéraient que la série suivante de types spectraux embrassait l'histoire de la vie d'une étoile : B (type hélium), A (type de Sirius), F (de Procyon), G (solaire), K (d'Arcturus), M (d'Aldébaran), l'état de l'étoile avant qu'elle ait atteint le type B restant non défini. D'après Russell, le type spectral dépendant principalement de la température, on peut s'attendre à ce que le même type spectral se manifeste deux fois au cours de l'évolution d'une étoile, malgré les différences que présente l'état physique à ces deux époques. Au stade initial (géante M), l'étoile est très grande et diffuse, avec une faible densité et une température basse; à mesure qu'elle se contracte, la température s'élève et la couleur passe du rouge au blanc par l'orange et le jaune, le type spectral étant successivement K, G, F, A et B. L'émission totale de lumière ne varie pas beaucoup du premier au dernier terme de la série, la diminution de la surface compensant l'accroissement d'intensité du rayonnement. Mais les étoiles n'atteignent pas toutes le stade B; il faut pour cela que la masse soit plusieurs fois (peut-être sept fois) celle du Soleil. Avec une masse un peu inférieure, le type A serait le type ultime. Pour notre Soleil, le terme de l'évolution a probablement été atteint au type F, et il est possible que des étoiles de masse plus faible ne dépassent jamais les types G ou K. La température maxima une fois atteinte, l'étoile parcourt la série des types spectraux dans l'ordre inverse de celui qu'elle a suivi en premier lieu et finit par appartenir au type M (étoiles rouges naines). Ainsi la même étoile est successivement une géante et une naine à différents stades de sa carrière, et ces noms ne doivent pas être considérés comme se rapportant à la quantité de matière contenue dans une étoile, mais simplement à son état de dilatation ou de compression.

Il serait d'un grand intérêt de trouver les nombres relatifs d'étoiles qui sont à ces stades distincts de leur carrière, car cela nous éclairerait sur les durées des différents stades. En réalité, ce problème, que M. A. C. D. Crommelin envisage dans une étude récente[1], est extrêmement complexe, car, en raison de leur plus grande luminosité, les étoiles géantes sont visibles pour nous à une distance bien plus grande que les naines, en sorte qu'elles figurent dans nos catalogues dans une proportion qui dépasse de beaucoup leur fréquence réelle. Ainsi sir F. Dyson a conclu que 95 % environ des étoiles contenues dans le catalogue du pôle nord, de Carrington, étaient plus brillantes que le Soleil; mais, quand on considère les étoiles dont la parallaxe dépasse 1/5 de seconde, on en trouve 4 plus brillantes que le Soleil et 21 moins lumineuses; on peut en conclure qu'en réalité les naines prédominent numériquement, mais qu'elles sont trop peu brillantes pour trouver place dans nos catalogues, à moins d'être nos proches voisines. La prépondérance des naines indique probablement que les étoiles restent beaucoup plus longtemps à l'état de naines qu'à celui de géantes; elle peut aussi indiquer que les étoiles de petite masse sont beaucoup plus communes que celles de grande masse. On ne peut déterminer la masse des étoiles que pour les étoiles doubles; mais il semble de plus en plus probable qu'il y a tendance à l'équipartition de l'énergie dans le système stellaire, et, par conséquent, que la vitesse soit plus grande pour les étoiles de petite masse que pour les étoiles de grande masse. Or, on a constaté que nos plus proches voisines ont des vitesses supérieures à la moyenne; d'où l'on peut conclure que ce sont des naines en un double sens, que leur masse est petite et qu'elles ont atteint un stade avancé de développement.

Notre Soleil doit être regardé comme commençant à être une étoile naine, car sa densité est actuellement supérieure à celle qui correspond à un état purement gazeux; d'après Eddington, le stade de température maxima a été intermédiaire entre ceux de Sirius et de Procyon. Le Soleil doit donc encore passer par deux stades, celui de naine orangée et celui de naine rouge. Aussi l'étude des étoiles appartenant à ces types est-elle d'un intérêt spécial à cause de la lumière qu'elle projette sur l'avenir de notre Soleil.

En examinant la liste des étoiles dont la parallaxe a été déterminée, on en trouve 25 dont la parallaxe est égale ou supérieure à 0",20. M. Crommelin divise ces 25 étoiles en quatre groupes:

Groupe I (luminosité quatre fois plus grande que celle du Soleil) : 3 étoiles, Sirius (type A), sa luminosité égale à 30 fois celle du Soleil; Altaïr (type A), 8 fois; Procyon (type F), 7 fois.

Groupe II (étoiles dont la luminosité est comprise entre 4 fois celle du Soleil et $\frac{1}{3}$ de celle-ci) : 4 étoiles, deux du type G et trois du type K.

Groupe III (étoiles dont la luminosité est comprise entre $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{20}$ de celle du Soleil) : 5 étoiles, deux du type G et trois du type K.

Groupe IV (étoiles d'une luminosité inférieure à $\frac{1}{20}$ de celle du Soleil) : 13 étoiles, six du type K et sept du type M.

On est en droit de conclure que ces naines extrêmes constituent la classe d'étoiles la plus nombreuse que renferme l'espace, bien qu'on n'en connaisse que quelques-unes, parce qu'à une distance médiocre elles deviennent trop peu lumineuses pour figurer dans nos catalogues.

L'examen des étoiles dont les parallaxes sont comprises entre 0",10 et 0",20 fournit des résultats analogues. La manière dont les types spectraux se répartissent dans les divers groupes s'accorde bien avec la théorie de Russell : elle montre que le stade où les étoiles sont des géantes est relativement court. Il est probable qu'il n'y a pas plus d'une étoile sur 2.500 qui soit aujourd'hui au stade B; les étoiles de grande masse sont les seules qui ne l'atteignent jamais et sa durée est probablement courte.

Aussi M. Crommelin pense-t-il que les étoiles naines forment un pourcentage considérable du nombre total des étoiles; le nombre total des naines est peut-être égal aux trois quarts de celui des étoiles; elles forment donc une partie beaucoup plus importante de la population stellaire que ne le donneraient à penser les catalogues ordinaires, qui accusent une prépondérance inexistante des géantes parce qu'elles sont visibles à des distances beaucoup plus grandes.

Il est légitime d'inférer que, si un nombre considérable d'étoiles sont si près de la fin de leur carrière stellaire, il y en a beaucoup plus qui ont atteint un stade postérieur et sont maintenant obscures. D'après certaines spéculations, les étoiles obscures seraient mille fois plus nombreuses que les étoiles brillantes. Cette évaluation est probablement exagérée, mais il serait prématuré de tenter aujourd'hui de préciser ce point. La seule manière de l'éclaircir est d'étudier l'effet gravitatif des étoiles obscures sur les mouvements stellaires; mais, suivant toute probabilité, une grande partie de la masse de l'Univers n'est pas agglomérée en étoiles, mais est disséminée sous forme de nuages de poussière et de nébuleuses gazeuses.

§ 4. — Physique

Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux. — On a longtemps discuté sur la question de savoir si le pouvoir inducteur spécifique et la conductibilité électrique pouvaient coexister dans une même substance. Il semble bien qu'on doive répondre par la négative d'après la théorie de Maxwell : puisque la constante diélectrique d'une substance est définie, dans

1. *Scientia*, novembre 1918.

cette théorie, par l'inverse du module d'élasticité, c'est-à-dire par le rapport du déplacement d'une charge électrique à la f. é. m. qui produit le déplacement, et que la plus petite f. é. m. peut entraîner un déplacement électrique continu dans un conducteur, il semble en résulter que la constante diélectrique d'un conducteur est infinie.

Cependant une discussion plus approfondie indique que cette conclusion ne s'impose pas. Une de nos théories modernes de la conductibilité métallique suppose qu'il y a dans les métaux, à la fois des électrons libres et des électrons liés, et que les électrons libres seuls interviennent dans la conductibilité. S'il en est ainsi, il n'est pas impossible, *a priori*, que la f. é. m. produisant le courant entraîne un déplacement électrique des électrons liés, l'expression déplacement électrique devant être entendue au sens que lui donne Maxwell.

On a d'ailleurs trouvé, depuis Maxwell, que la plus petite f. é. m. peut produire un déplacement électrique continu dans l'éther libre, c'est-à-dire qu'un électron situé dans l'éther extérieur aux corps matériels peut se mouvoir avec une liberté plus grande que dans un métal et que l'induction électrique dans le vide ne peut pas consister dans le déplacement d'électricité liée vers l'éther, puisqu'il n'y a pas d'électricité liée dans l'éther. On est ainsi amené à considérer l'induction comme différant d'un déplacement de charges électriques liées et il ne semble plus impossible qu'un conducteur puisse posséder un pouvoir inducteur spécifique.

Miss Shirley Hyatt[1] a montré que l'induction se produit librement à travers un conducteur métallique jusqu'à ce que la charge inductrice soit neutralisée, en ce qui concerne le pouvoir inducteur, par la charge liée qu'elle induit sur le conducteur. Ainsi, dans plusieurs conducteurs médiocres, on peut mesurer un pouvoir inducteur spécifique au moyen d'une f. é. m. rapidement oscillante, alors qu'il est impossible de le déceler à l'aide d'une f. é. m. constante. La valeur du pouvoir inducteur obtenu est d'autant plus faible que les oscillations de la f. é. m. sont plus rapides.

Les recherches de Coehn et de ses collaborateurs ont indiqué qu'il existe une relation très nette entre le pouvoir inducteur spécifique et l'électrisation par contact, en sorte que, dans le cas des substances non métalliques, solides, liquides ou gazeuses, celles qui ont le pouvoir inducteur spécifique le plus élevé acquièrent une charge positive au contact de substances ayant un pouvoir inducteur plus faible.

Comme les métaux peuvent être électrisés par contact avec d'autres substances, métalliques ou non, quelle que soit leur conductibilité, il semble que la loi de Coehn leur soit applicable et que si les métaux ont réellement les pouvoirs inducteurs élevés qu'on leur attribue, ils devront prendre des charges positives par contact avec toutes les autres substances.

M. Fernando Sanford[2] a étudié les charges que prennent les métaux par frottement ou par contact, à l'aide de deux méthodes. Dans l'une d'elles, les substances conductrices sont montées sur des manches isolants, habituellement en ébonite, et les substances non conductrices sont tenues par des pinces métalliques pour éviter de leur communiquer une charge par contact avec la main. On frotte les deux substances l'une contre l'autre ou on les met simplement en contact, puis on les sépare. On étudie leurs charges avec un électroscope Wilson dont le plateau est électrisé par 100 piles sèches. On obtient ainsi le caractère de la charge et on peut savoir si les substances comparées sont rapprochées ou éloignées dans la liste que permettent de dresser les expériences sur le frottement.

Dans l'autre méthode, les métaux étudiés sont pris sous forme de tiges. Ils sont suspendus à un support isolant et mis en communication avec l'une des armatures d'un condensateur de 4 microfarads, l'autre armature étant au sol. Après avoir frotté la tige avec la substance qu'on veut lui comparer, on interrompt la communication du condensateur avec le métal et on décharge le condensateur à travers un galvanomètre balistique.

La plupart des substances ont été comparées à une dizaine d'autres, quelques-unes avec toutes les substances étudiées.

M. Sanford a pu dresser ainsi une liste de substances telle que chaque substance prend une charge positive par rapport à toutes celles qui la précèdent. Voici un extrait de cette liste dans laquelle on a indiqué le pouvoir inducteur des substances pour lesquelles on a pu le mesurer, ou pour lesquelles il était connu :

collodion	nickel
platine	aluminium oxydé
feuille de caoutchouc $k = 2,1$	soie
pyrite de fer	plomb
feuille de celluloïd	bismuth
or	cadmium
argent	baguette d'acier
cuivre	pellicule de gélatine
étain	verre au cobalt $k = 4,32$
antimoine	flanelle
disque de soufre $k = 3$	zinc
oxyde de cuivre	crown $k = 6,2$
plaque d'ébonite $k = 3,02$	etc...

On voit que les métaux s'intercalent avec les diélectriques dans la liste que permet d'établir le phénomène d'électrisation par contact. Il est naturel, pense M. Sanford, de déduire de ce fait que les places prises par les métaux dans la série sont déterminées par leur constante diélectrique, tout comme celle des substances non métalliques.

D'où les deux conclusions énoncées par M. Sanford : 1° les pouvoirs inducteurs spécifiques des métaux sont du même ordre de grandeur que ceux des substances non métalliques; 2° plus un métal est électro-positif dans la liste dressée d'après le phénomène d'électrisation par contact et plus son pouvoir inducteur spécifique est élevé.

A. B.

§ 5. — Electricité industrielle

Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection. — On cherche aujourd'hui à étendre les applications de la lampe à atmosphère gazeuse, non plus seulement à la projection ordinaire, mais encore à la projection cinématographique. Il semblait tout d'abord que, dans ce domaine, elle n'arriverait jamais à détrôner la lampe à arc qui, entre autres avantages précieux pour la projection, possède un éclat très élevé. L'éclat d'une lampe à atmosphère gazeuse ne dépasse guère le quart de celle d'un bon arc à courant continu.

MM. Burrows et Caldwell[1] donnent des indications sur une lampe de construction spéciale qui est utilisée en Amérique pour les projections cinématographiques. Le filament, dit « monoplan », est constitué par un certain nombre d'hélices, toutes situées dans un même plan. Cet arrangement permet de concentrer la majeure partie de la source lumineuse exactement dans le plan focal de la lentille du condensateur, ce qui n'est pas réalisable avec les autres dispositions, par exemple la disposition en V.

La lumière émise dans la direction opposée à la lentille est réfléchie par un miroir sphérique qui la renvoie dans le sens de la projection. L'ensemble des hélices doit être placé au centre de courbure du miroir et ajusté de telle sorte que les hélices-images fournies par le miroir tombent entre les hélices-objets.

Le filament est traversé par un courant d'au moins

1. Miss Shirley Hyatt : *Physical Review*, t. XXXV, p. 337; 1912.

2. Fernando Sanford : *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 130-135; août 1918.

1. *Electrical World*, 13 avril 1918. V. également *Revue génér. de l'Electricité*, 12 oct. 1918.

20 ampères, sous 30 volts. Etant donné le nombre de watts consommés, il faut donner à l'ampoule un grand volume, mais un diamètre assez faible si l'on veut profiter des avantages d'un condensateur à très court foyer. La forme cylindrique est donc celle qui convient le mieux; si le filament est constitué par quatre hélices, on pourra donner à l'ampoule une longueur de 25 cm. et un diamètre de 6 cm. Les particules émises par le filament sont entraînées par les gaz chauds vers la partie supérieure où le noircissement des parois ne présente aucun inconvénient.

Comme on recherche un éclat élevé, il faut employer de gros filaments fonctionnant toujours à un régime forcé. La durée de vie d'une lampe, dans ces conditions, est d'environ cent heures; le renouvellement est un peu plus dispendieux que celui des charbons d'une lampe à arc, mais ce surcroît de dépense est compensé, d'un autre côté, par l'économie d'énergie que réalise la lampe à incandescence sur la lampe à arc.

La lentille du condensateur doit être à très court foyer et construite suivant le principe des lentilles à échelons de Fresnel. On sait, en effet, que l'obtention d'un court foyer n'est possible qu'en donnant au verre une forte épaisseur; on constate alors une absorption plus grande de la lumière et des pertes par réflexion dans la masse; l'image projetée devient floue et colorée par suite d'aberrations sphériques et d'aberrations chromatiques exagérées; enfin les rayons émanés de la source frappent la lentille sous une incidence considérable, ce qui provoque encore des pertes par réflexion à la surface. Tous ces défauts disparaissent par l'emploi d'une lentille de Fresnel pour constituer le condensateur; son champ est de 76° au lieu de 45°, qui est celui des lentilles ordinaires de condensateurs.

Les lampes à atmosphère gazeuse utilisées pour les projections, ayant un gros filament, sont alimentées à forte intensité et à basse tension, en général 20 à 30 volts. Elles s'adaptent aux courants alternatifs aussi bien qu'aux courants continus. Dans ce dernier cas, on abaisse la tension du réseau public à l'aide d'un groupe moteur-générateur; on peut aussi absorber l'excès de tension dans un rhéostat, mais il faut alors un dispositif de réglage précis qui, d'autre part, consomme de l'énergie en pure perte.

Pour les circuits alternatifs à 110 ou 120 volts, on a étudié des transformateurs spéciaux comprenant une résistance ou une réactance variables en série avec l'enroulement primaire, qui permettent à l'opérateur de maintenir une tension bien constante aux bornes de la lampe. Sur le circuit secondaire est inséré un ampèremètre et parfois aussi un petit rhéostat à quatre plots pour protéger contre les à-coups de courant le filament encore froid. Tout cet appareillage est monté sur un petit tableau.

Parmi les avantages que présente la lampe à atmosphère gazeuse, on peut citer l'uniformité d'éclairement qu'elle permet de réaliser sur l'écran; elle constitue une source fixe, sans papillotement, ce qui n'a pas lieu avec l'arc; elle émet une lumière dont le ton plaît à l'œil et, même avec les films colorés, donne des images satisfaisantes sur un écran placé à 27 m. de distance.

§ 6. — Biologie

Le vol des moustiques. — M. E. Roubaud vient de présenter à l'Académie des Sciences quelques observations très intéressantes sur le vol de notre moustique indigène, l'*Anopheles maculipennis*.

Observé au laboratoire, dans des conditions normales et livré à lui-même, l'*A. maculipennis* se tient immobile, en état de sommeil apparent, tout le jour. Pendant cette phase de repos diurne, il se montre complètement insensible aux variations brusques de l'éclairement. Mais, lorsque le jour commence à baisser, au crépuscule, on le voit s'élancer spontanément en plein vol, avec une soudaineté qui donne l'impression d'une délivrance quasi automatique des liens créés par la lumière.

Si les conditions d'éclairement restent les mêmes, le départ se produit toujours à la même heure. Au cours des jours, on voit cette heure se modifier graduellement, comme l'heure crépusculaire, en passant des environs de 20 h. 15 (horaire d'été) au commencement d'août à 15 h. 15 (horaire d'hiver) à la fin d'octobre.

La période de vol, qui est la période dangereuse au point de vue du paludisme, ne dépasse guère, en captivité, les deux premières heures de la nuit. Dans le plein de celle-ci, l'Anophèle est de nouveau immobilisé. Il semble donc que, dans les conditions normales, sur les 24 heures journalières, l'*A. maculipennis* en passe de 20 à 22 à l'état de repos complet. Seules, des conditions anormales, la faim ou la soif extrêmes, l'âge des sujets, font varier la périodicité.

Le vol spontané de ce moustique se présente donc avec les caractères d'un *rythme crépusculaire*. L'analyse du phénomène montre qu'il est la résultante d'un antagonisme précis entre différents facteurs, les uns actuels, les autres acquis, ainsi qu'il ressort des observations suivantes :

1° L'heure du vol n'est pas l'heure exacte du réveil; les moustiques sont éveillés plus ou moins longtemps avant de prendre leur vol;

2° Protégés contre l'action du jour par l'obscurité artificielle, les Anophèles avancent leur heure de vol. L'avance est d'autant plus marquée que l'obscurité est plus complète; mais elle n'est jamais considérable d'emblée;

3° Si l'obscurité complète est maintenue en permanence, l'avance du vol s'accroît progressivement et irrégulièrement de jour en jour; mais elle ne parvient pas à dépasser les premières heures de l'après-midi (15 à 16 h.);

4° La lumière normale du jour inhibe le vol spontané.

M. Roubaud interprète comme suit ces résultats : Le *réveil* des moustiques se produit, en vertu d'un *premier rythme fondamental*, plusieurs heures avant le coucher du soleil; mais le besoin du vol, qui se manifeste d'une façon plus ou moins immédiate, ne peut être satisfait que beaucoup plus tard, réprimé qu'il est par l'influence inhibitrice *actuelle* de la clarté diurne. La baisse de jour crépusculaire brise immédiatement ces entraves réflexes, et les moustiques prennent leur vol.

Mis à l'abri du jour, les Anophèles devront donc s'envoler beaucoup plus tôt; mais des impressions inhibitrices *acquises* persistent en eux qui contrarient cette avance. Réagissant contre ces impressions rythmiques de mémoire lumineuse, les moustiques parviennent néanmoins à accélérer plus ou moins leur départ. Mais il y a une limite à cette avance. En vertu d'un rythme inhibiteur ancestral, gravé dans l'espèce, l'avance s'arrête lorsque sont atteintes les heures les plus précoces où le vol crépusculaire peut normalement se manifester, aux époques où les jours sont les plus courts. Cette limite acquise correspond à la limite des heures d'éclairement diurne constant toute l'année, pour la zone géographique de l'espèce.

LA DÉTERMINATION EXACTE DES TENSIONS SUPERFICIELLES, DU POIDS SPÉCIFIQUE ET DE LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DES LIQUIDES A DES TEMPÉRATURES TRÈS ÉLEVÉES

I. — Introduction

A la demande de la Rédaction de cette Revue, j'ai entrepris de résumer ici les recherches effectuées ces cinq dernières années au Laboratoire de Chimie inorganique et physique de l'Université de Groningue. Ce laboratoire, bâti en 1908-1912, est muni des moyens les plus modernes, permettant l'étude systématique et exacte des corps, même aux très hautes températures. On y a tout particulièrement en vue l'étude des silicates à l'état solide et fondus, afin de résoudre un certain nombre de problèmes de la Minéralogie expérimentale et de la Géologie chimique. Il devient de plus en plus certain que, par la synthèse minérale systématique, et la détermination exacte des conditions d'existence et de formation des minéraux et des roches, on peut obtenir des données de la plus grande importance pour l'explication d'une foule de phénomènes minéralogiques, géologiques et pétrographiques.

Les travaux qui ont été effectués dans cette direction pendant ces dix dernières années, en particulier dans le Laboratoire Géophysique de l'Institution Carnegie à Washington, ont donné déjà de beaux résultats.

Comme dans le laboratoire américain, le premier but des travaux exécutés jusqu'ici à Groningue a été d'établir des méthodes de recherche, propres à fournir des résultats réellement exacts et complètement reproductibles jusqu'à des températures atteignant 1.650° C. Il va de soi qu'il fallait suivre une tout autre voie que dans les laboratoires qui opèrent aux températures ordinaires, car les difficultés expérimentales dans l'exécution des différentes mesures augmentent énormément avec l'élévation de la température : une méthode de mesure, qui, à la température ordinaire, ou même à 100°-200° C., donne des résultats tout à fait sûrs, est souvent déjà peu précise à des températures de 400° et au-dessus, tandis qu'aux environs de 1.000° C., elle n'est plus du tout utilisable. En outre, les silicates sont des corps doués de propriétés très particulières, qui rendent leur étude extrêmement difficile, et il n'est dès lors pas étonnant que l'application pure et simple, à la chimie des silicates, de méthodes qui, pour d'autres matières, telles que les métaux et leurs alliages, donnent de bons, ou au moins d'utilisables résultats, a donné lieu à des erreurs regrettables et à des interprétations erronées des phénomènes, de telle sorte que ces résultats ont été loin de rendre service à la science.

A la suite de plusieurs années de recherches continues et rigoureusement systématiques effectuées à Washington et à Groningue, nous disposons aujourd'hui de méthodes de travail qui permettent de mesurer des températures atteignant 1.650° C. et de les maintenir longtemps constantes. Nos fours à résistance peuvent être réglés avec une précision telle qu'il est possible de maintenir en certains endroits du four, durant des heures ou des jours, des températures atteignant 1.500°-1.600° C. constantes à 1° près, — et la mesure des températures au moyen des couples thermo-électriques platine-platine-rhodium, reliés à une installation de mesure convenable, et en prenant une foule de précautions, permet de déterminer avec certitude des variations de température de 0°,1 à des températures de 1.600° C. J'ai publié, il y a quelques années, sous forme d'un petit manuel[1], un résumé des méthodes aujourd'hui utilisées au Laboratoire de Groningue. Les températures que nous mesurons sont toutes ramenées au thermomètre à azote de Washington[2].

Quoique notre travail ait été extrêmement retardé et même partiellement arrêté par la guerre qui se prolonge depuis quatre ans, nous sommes néanmoins parvenu, en dépit de ces circonstances défavorables, à établir d'une façon systématique trois méthodes de recherche, que je vais exposer. Elles s'occupent de la mesure précise des *tensions superficielles*, du *poids spécifique*, et de la *conductibilité électrique* des électrolytes entre des limites de températures distantes de 1.700°, et dont la limite supérieure a été 1.650° C.

1. F. M. Jaeger : Eine Anleitung zur Ausführung exacter physicochemischer Messungen bei höheren Temperaturen. Groningen, J. B. Wolters (1913). 1 vol. in-8° de 152 p. avec 35 fig.

2. A. L. Day et R. B. Sosman : *Carnegie Publication*, n° 157 (1912).

Les trois problèmes qui se posaient peuvent être regardés comme parfaitement résolus maintenant, et les résultats déjà obtenus ont levé tous les doutes, quant à la certitude et à la reproductibilité des mesures, même de celles effectuées aux énormes températures dont il est question ici.

II. — La mesure des tensions superficielles et de leurs coefficients de température, entre — 80° et + 1.650° C[1].

Parmi toutes les questions qui touchent à la structure intime des liquides, la connaissance de la constante capillaire ou de la tension superficielle, et surtout de sa variation avec la température, est de toute première importance. Nombreux sont les chercheurs qui se sont occupés de mesurer ces grandeurs, ainsi que les méthodes imaginées dans ce but. L'importance pour la Chimie de la connaissance exacte de l'énergie superficielle libre des liquides aux différentes températures s'est encore accrue depuis qu'Eötvös a établi la règle qui porte son nom, suivant laquelle une relation existerait entre la valeur du coefficient de température de « l'énergie superficielle moléculaire » d'un liquide et la valeur de son poids moléculaire. Il me semble utile de m'arrêter un peu plus longuement sur ce sujet.

§ 1. — Considérations théoriques

Si W_s est la quantité de chaleur qu'il faut fournir pour l'agrandissement isotherme, de 1 cm², de la surface S du liquide et si χ est le travail exigé pour cela, on a la relation thermodynamique :

$$W_s = -\frac{T}{J}\frac{d\chi}{dT},$$

où J est l'équivalent mécanique de la calorie (0°C.), égal à 41997.10^3 ergs, et χ est exprimé aussi en unités C. G. S. Si de plus c est la chaleur spécifique du liquide, on a en général :

$$\frac{dc}{dS} = -\frac{T}{J}\frac{d^2\chi}{dT^2}.$$

Il semble donc que la chaleur spécifique c d'un liquide est indépendante de la surface S, si $\frac{d^2\chi}{dT^2} = 0$, c'est-à-dire *si χ est une fonction linéaire de la température T*. On voit, d'après cela, qu'il est extrêmement intéressant de savoir de quelle manière χ est lié à T, c'est-à-dire de connaître *le coefficient de température* de l'énergie superficielle libre χ. S'il se trouvait qu'il ne variât pas d'une façon linéaire avec la température, on devrait en conclure : 1° que la surface d'un liquide possède une autre chaleur spécifique que le reste du liquide; 2° que l'énergie superficielle, contrairement aux anciennes théories de Laplace et de Gauss, serait, au moins partiellement, de nature *cinétique*.

Eötvös, se basant sur des considérations qui reposent sur la loi des états correspondants de Van der Waals, considère comme probable que le coefficient de température de l'expression : $\mu = \chi(M)^{2/3}$, — dans laquelle M est le poids moléculaire du liquide, tel qu'il se déduit des déterminations de la densité de vapeur, et d le poids spécifique à la température d'observation, — pour les liquides dont la grandeur moléculaire correspond à celle de la phase gazeuse coexistante, aurait à peu près toujours la même valeur: 2,25 ergs environ par degré centigrade. On appelle μ l'énergie superficielle moléculaire libre du liquide. Les nombreuses recherches exécutées sur un grand nombre de liquides par Ramsay et Shields[1] semblent confirmer les conclusions d'Eötvös, au moins entre d'assez larges limites.

Pour les liquides considérés comme non associés, on a trouvé pour $\frac{\partial\mu}{\partial T}$ des valeurs oscillant autour de 2,24 ergs par degré centigrade; tandis que les liquides pour lesquels une architecture moléculaire plus compliquée était à prévoir ont donné des valeurs de $\frac{\partial\mu}{\partial T}$ considérablement plus petites que ce chiffre.

Nous aurions donc une méthode qui nous permettrait de déterminer la « grandeur moléculaire » des liquides directement, et, en se basant sur la différence avec la valeur 2,25 ergs, également le « coefficient d'association », c'est-à-dire le rapport entre les poids moléculaires simple et réel. Il était donc très important d'étendre autant que possible l'espace des températures dans lequel se faisaient les mesures, afin de voir si en effet $\frac{\partial\chi}{\partial T}$ pouvait être considéré comme constant entre des limites de température assez éloignées.

Comme, de plus, notre intention était d'arriver à connaître la structure intime des combinaisons inorganiques fondues, et spécialement des silicates fondus présents dans les magmas volcaniques, notre premier but devrait donc être d'établir une méthode qui nous permettrait de

1. F. M. Jaeger : *Proceed. Royal Acad. of Sciences, Amsterdam*, t. XVII, p. 329, 365, 386, 395, 405, 416, 555, 571 (1914); t. XVIII, p. 75, 269, 285, 297, 595, 617 (1915); t. XIX, p. 381, 397, 405 (1916); et complètement, avec tous les détails : *Zeits. für anorg. Chemie*, t. CI, p. 1-214 (1917).

1. W. Ramsay et J. Shields : *Zeits. für physik. Chemie*, t. XII, p. 433; 1893.

mesurer la grandeur $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ jusqu'à des températures de 1.600° C. avec la même précision qu'à la température ordinaire.

§ 2. — **Dispositifs expérimentaux**

Voici comment nous avons atteint ce but. Après avoir soigneusement examiné les méthodes jusqu'ici employées pour la mesure de χ, nous avons réussi à satisfaire à toutes les exigences, de la manière suivante. Comme l'expérience nous a appris que, dans nos fours à résistance, une très petite région peut seule être considérée comme « thermostat » réel, il fallait tout d'abord que les expériences puissent se réduire à un petit volume du liquide. Le seul moyen dont nous disposions alors était la méthode où l'énergie superficielle est mesurée par la pression maximum qu'il faut produire dans une bulle de gaz, formée dans le liquide à l'extrémité d'un tube capillaire métallique à bords bien tranchants, pour qu'elle soit sur le point de crever (Cantor). Si r est le rayon du capillaire en cm., d le poids spécifique du liquide à la température d'observation, et si H est la pression maximum susdite, exprimée en dynes, on a :

$$\chi = \frac{r\mathrm{H}}{2} - \frac{1}{3} r^2 d - \frac{1}{2} \frac{r^3 d^2}{\mathrm{H}}.$$

Il faut encore apporter à cette valeur quelques corrections, sur lesquelles nous reviendrons brièvement plus loin.

Pour l'exécution des mesures, on a dû construire un appareil très compliqué et dans les détails duquel il est impossible d'entrer ici. Avec quelques figures des parties principales et quelques remarques sur leur fonctionnement, on en comprendra clairement le but.

Les parties principales de l'appareil sont : 1° l'appareil destiné à former les bulles de gaz ; 2° le manomètre. A côté de celles-là, signalons encore : le four à résistance[1], qui est du type employé dans notre laboratoire (pourvu d'un bobinage intérieur en platine et d'un manteau isolant extérieur en magnésite calcinée), et l'installation pour les mesures des températures au moyen de couples thermo-électriques. La force électromotrice des couples platine-platine-rhodium est déterminée directement par compensation à 10 microvolts près, tandis que les derniers microvolts au-dessous de 10 (à 1.600° C. correspondant à 0°,1 par microvolt) sont mesurés par la déviation d'un galvanomètre type d'Arsonval sensible et à courte période, étalonné avec soin. Pour cette dernière partie de l'arrangement expérimental, il vaut mieux consulter mon manuel cité plus haut.

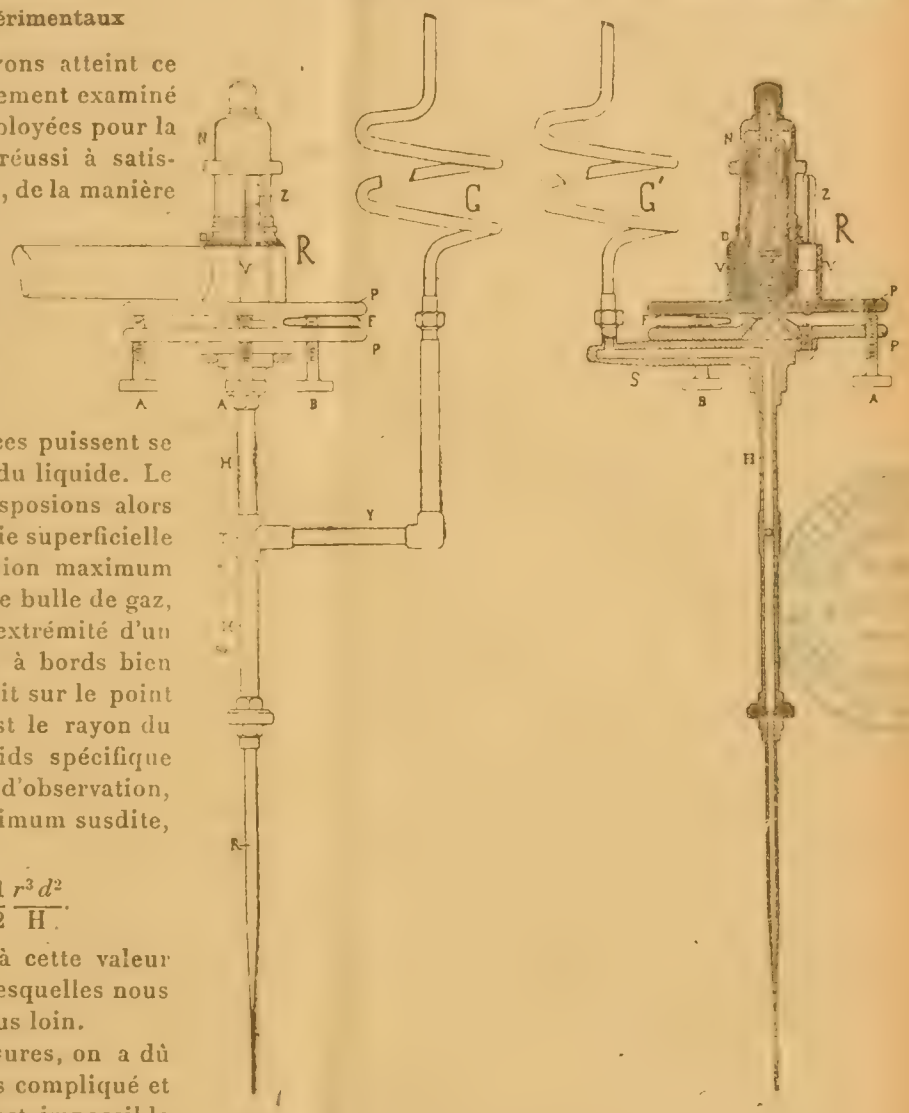


Fig. 1. — *Appareil pour la formation des bulles de gaz.*

G, G', arrivée du gaz ; P, P, plateaux circulaires ; A, B, vis de calage ; N, vis micrométrique ; H, tube portant le capillaire R.

a) *Appareil pour la formation des bulles de gaz.* — Comme la théorie exige que le tube capillaire, à l'extrémité duquel les bulles de gaz se

1. Pour les mesures à des températures inférieures (—80°C. jusqu'à 220°C.), ce four fut remplacé par des thermostats convenables, soit des cryogènes, soit des bains d'huile avec thermo-régulateur.

forment, soit rigoureusement perpendiculaire à la surface du liquide, il faut qu'il soit fixé de telle manière qu'un centrage et un réglage précis soient possibles. La figure 1 donne une vue latérale et une coupe de cet appareil, qui est fixé par un bras rigide, et pourtant mobile, à un lourd support de cathétomètre, tournant dans tous les sens. Il est équilibré par un contrepoids ajustable. Des deux plateaux circulaires P, le plateau inférieur, muni du tube S, est mobile autour de la rotule; il peut tourner horizontalement et également s'incliner par rapport au plateau supérieur au moyen des vis de calage A. Par la troisième vis B, il peut être fixé dans n'importe quelle position par rapport au plateau inférieur. La vis micrométrique N, munie d'un vernier, permet de mouvoir verticalement le capillaire sur une longueur connue. Les tubes G sont en aluminium, revêtus de flanelle et courbés en spirale, de façon à faire ressort et à permettre les mouvements verticaux de l'appareil. Nous avons eu les plus grandes difficultés à vaincre pour obtenir une conduite de gaz bien étanche et pour trouver des joints convenables pour les différentes parties de la tuyauterie; à cause de la très grande sensibilité du manomètre, une fuite microscopique rend immédiatement toute mesure impossible, et l'expérience montre que même les meilleurs tubes métalliques du commerce à parois minces présentent de ces fuites.

Pendant que le gaz employé est envoyé par Y, le tube de platine R est fixé au tube H. Le tube R s'amincit sur une longueur de 20 cm. jusqu'en un capillaire dont l'extrémité inférieure a été rodée conique et rendue aussi tranchante qu'un couteau. Le rodage de l'extrémité inférieure du capillaire, qui doit présenter une ouverture rigoureusement circulaire, est un art qui ne s'acquiert qu'après beaucoup d'exercice.

Le gaz employé est toujours l'azote, préparé au moyen de chlorure d'ammonium et de nitrite de sodium. Il a été lavé par une foule de solutions destinées à enlever tout l'oxygène et les oxydes d'azote, ainsi que la vapeur d'eau, qu'il pouvait contenir; puis le gaz est recueilli dans un gazomètre à fermeture au mercure. Le réglage de la pression du gaz se fait au moyen d'une sorte de réservoir de thermomètre à gaz, qui permet un réglage extrêmement précis et lent avec l'aide de passages à vis micrométriques.

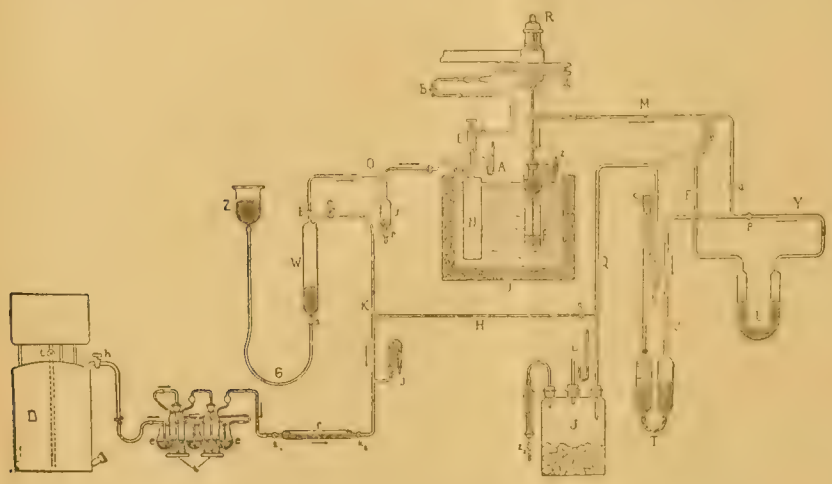


Fig. 2. — *Circuit parcouru par le gaz employé à la formation des bulles.*
D, gazomètre; R, P, appareil pour la formation des bulles (fig. 1); VTCS, manomètre (fig. 4).

La figure 2 donne une idée du circuit parcouru par le gaz et la succession des flacons laveurs. Dans la figure 3, l'appareil à gaz est suspendu au-dessus du four électrique; E est un écran creux, refroidi par un courant rapide d'eau, pour protéger l'appareil et la spirale contre le rayonnement du four, quand la température est fort élevée. F est le couple thermo-électrique fixé au capillaire par des fils de platine; naturellement le couple et le tube capillaire sont isolés par de la porcelaine dure en forme de capillaires étroits. Toutes les pièces de platine sont faites en platine pur sans iridium (moins de 0,05 % Ir), en vue d'éviter « l'infection » des couples thermo-électriques par l'iridium très volatil. Le capillaire est rendu rigoureusement vertical, en utilisant une surface de mercure, et en le réglant de façon à ce qu'il soit en ligne droite avec son image dans le mercure.

Il va de soi que l'ajustage de toutes ces parties mobiles doit être parfait, afin d'éviter les changements d'orientation à la suite du mouvement des pièces.

b) *Le manomètre.* — Le manomètre ne devait pas seulement présenter une très grande sensibilité, mais encore satisfaire à l'exigence que la pression, montant graduellement à sa valeur maximum, puis retombant brusquement à sa valeur initiale à la suite de la crevaison de la bulle de gaz, puisse être lue rapidement. Il fallait, de plus, empêcher la présence des vapeurs du liquide indicateur du manomètre dans le tube de jonction avec le récipient à l'intérieur du four ou du thermostat. Il était donc impossible de

faire usage de liquides volatils à poids spécifique bas comme liquides indicateurs du manomètre. La figure 4 rend facilement compréhensible la construction de l'appareil employé. Dans un

Fig. 3. — *Appareil à gaz prêt à être enfoncé dans le four électrique.*

B, four électrique ; F, couple thermo-électrique ; E, écran protecteur ; G, tubes en aluminium amenant le gaz.

tube en U de la forme indiquée se trouve en D du mercure pur, dans la branche de gauche de l'*octane* (C^8H^{18}) pur, jusqu'au niveau *c*.

Des précautions sont prises pour éviter l'évaporation de l'octane dans cette branche, et tout l'appareil est placé dans un grand thermostat à glycérine, qui est maintenu à une température rigoureusement constante (25°,1 C.). Derrière la branche de gauche on a placé une échelle graduée gravée sur un miroir par la Société genevoise pour la fabrication des Instruments de Précision, et qui est divisée en 0,2 mm. sur une longueur de 450 mm. Au moyen d'un télescope et d'un réticule micrométrique, on peut mesurer la hauteur de l'octane à 0,01 mm. près. Il y a naturellement une foule de dispositifs pour régler l'échelle par rapport au capillaire, pour éviter la parallaxe en lisant la division, pour l'éclairage convenable de la branche gauche du manomètre et de l'échelle sans chauffage sensible. Le tube capillaire du manomètre a été

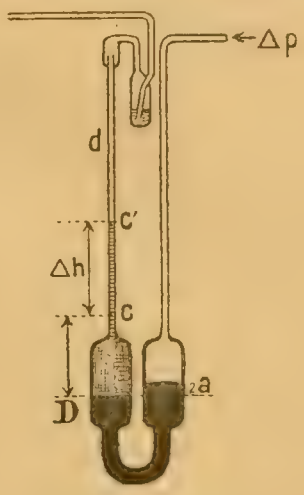


Fig. 4. — *Manomètre pour la mesure de la pression d'éclatement des bulles.*

auparavant calibré d'une façon précise. Si le diamètre du tube large est D, celui du capillaire *d*, et le rapport des poids spécifiques de l'octane et du mercure est ε (dans notre cas, à 25°,1 C., ε était égal à 0,0516), alors pour une surpression Δp à droite, l'octane s'élèvera dans le capillaire de gauche d'une hauteur Δh, satisfaisant à la relation :

$$\Delta p = \left\{ \varepsilon + (2-\varepsilon) \frac{d}{D} \right\} \cdot \Delta h.$$

Le « facteur d'amplification » du manomètre est donc :

$$\frac{1}{\varepsilon + (2-\varepsilon) \frac{d}{D}};$$

dans notre appareil, il valait environ 18. Une lecture de la hauteur de l'octane dans la colonne de gauche, effectuée à 0,1 mm. près, correspondait à une mesure de la colonne de mercure à 0,005 mm. près.

Pour l'emploi du manomètre, les glaces du thermostat sont également couvertes de grosses

plaques de feutre dans lesquelles on a découpé un rectangle étroit permettant l'observation de la colonne d'octane.

L'appareil a été étalonné soigneusement par comparaison avec un manomètre à mercure très sensible, dont les lectures étaient effectuées au moyen d'un cathétomètre. Cet étalonnage a été répété plusieurs fois pendant les mesures périodiquement, afin de contrôler l'invariabilité du facteur d'amplification. Après des mois de mesures répétées, on a constaté qu'il avait à peine légèrement varié; en moyenne, une ascension de la colonne d'octane d'un millimètre correspondait à une surpression Δp de 74,84 dynes par cm².

§ 3. — Précision des mesures et substances étudiées

La méthode possède à 1.650°C. le même degré de précision qu'à la température ordinaire, et celui-ci est sensiblement le même que celui des résultats obtenus par Ramsay, Shields, Guye, Richards, et tant d'autres, par la méthode de la mesure de l'ascension de liquide dans les tubes capillaires. L'incertitude la plus considérable est celle attachée à la connaissance de la profondeur à laquelle l'ouverture du capillaire est plongée dans le liquide; toutefois, la pression hydrostatique correspondante doit être toujours retranchée de la pression maximum H. Généralement on détermine le moment où l'extrémité du capillaire, descendant lentement, touche la surface du liquide. Ce moment est rigoureusement observable à l'aide du manomètre; puis on descend le capillaire dans le liquide d'une longueur l mesurée sur la vis micrométrique N. La correction pouvait donc être apportée, en connaissant le poids spécifique du liquide. On peut estimer la précision de ces mesures à 1 % avec les liquides organiques, et à 0,4 % pour les sels fondus.

Il est impossible d'entrer ici dans plus de détails. Par la *détermination des poids spécifiques* par exemple, il a été nécessaire de développer toute une méthode nouvelle, permettant de mesurer ces nombres pour les sels fondus jusqu'à 1.500°C. Ces mesures ont également présenté de grandes difficultés; cependant, ici encore on a réussi, en opérant systématiquement, à établir une méthode dans laquelle on détermine la perte de poids d'un cône double de platine plongé dans le sel fondu, et qui fournit jusqu'à 1.500°C. des résultats exacts jusqu'à la troisième décimale[1].

1. Pour toutes ces particularités, nous renvoyons à l'article cité plus haut, publié dans le *Zeitschrift für anorganische Chemie* de 1917.

Nous avons jusqu'ici étendu nos mesures à environ deux cents liquides organiques, entre — 80°C. et + 220°C., et à environ une cinquantaine de sels fondus, entre 300°C. et 1.650°C.

Notre but n'était pas seulement de déterminer la valeur de $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ pour toutes ces substances, sur un espace de température aussi grand que possible, mais aussi d'examiner la variation de χ et de μ à des températures correspondantes, avec la nature des substituants d'une même molécule. On a donc examiné l'influence du remplacement d'un atome d'hydrogène par les groupes *méthyle*, *hydroxyle*, *nitro*, *carboxyle*, etc., et également l'influence de l'isomérie de position. De même, pour une série de sels métalliques, on a étudié l'influence du remplacement du *potassium* par le *lithium*, le *sodium*, le *rubidium* ou le *césium*, ainsi que celui de la substitution du *fluor* par le *chlore*, le *brome* ou l'*iode*.

On a pu, grâce au grand nombre de données ainsi obtenues, trouver une foule de relations de cette espèce entre des corps analogues, et de plus soumettre au contrôle de l'expérience quelques remarquables règles empiriques signalées par M. Walden.

§ 4. — Conclusions des mesures

A) Une des premières conclusions déduites des mesures étendues à un si large espace de température est qu'une relation rigoureusement linéaire entre χ ou μ et T ne se présente que rarement, et qu'on ne peut donc tirer aucune conclusion des valeurs de $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ au sujet *du degré exact d'association* des liquides étudiés. Il se peut que de très petites valeurs de $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ rendent probable une grandeur moléculaire anormale; il n'est certainement pas permis de déduire la grandeur de cette « association » des écarts constatés avec la valeur « normale » du coefficient de température (2,2 ergs par degré C.).

La figure 5 reproduit le graphique μ — T de quelques substances organiques, choisies au hasard. On remarque immédiatement l'allure de ces courbes, concaves vers le haut; donc $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ diminue ici par élévation de température. Or la plupart des dissociations sont des phénomènes endothermiques, les associations sont donc généralement exothermiques. Si l'on admet donc que cette diminution de $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ est la conséquence d'une association, il faudrait admettre que la plupart des liquides organiques *s'associent par*

élévation de température, fait qui, en se basant sur le principe de l'équilibre mobile de Gibbs-Le Chatelier, est fort peu probable, ou même tout à fait impossible, puisque dans la plupart des associations de la chaleur se dégage, et qu'en général une élévation de température favorise la dissociation des complexes moléculaires en des combinaisons plus simples. Il est préférable de conclure des résultats obtenus que l'énergie superficielle moléculaire et spécifique n'est pas une fonction linéaire de la température; et il

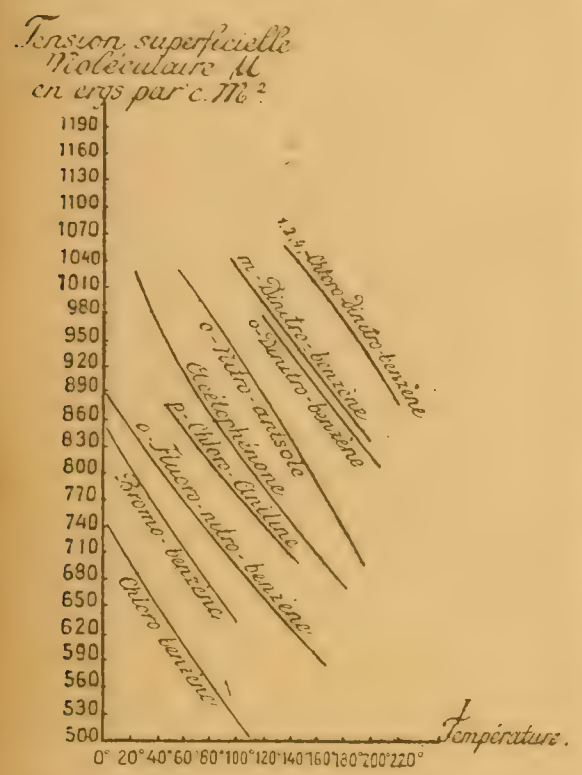


Fig. 5. — *Courbes* μ-T *de quelques substances organiques.*

s'ensuivrait que la chaleur spécifique de la surface est, en effet, différente de celle du reste du liquide, et que l'énergie superficielle n'est pas de nature exclusivement potentielle, mais au moins en partie d'origine cinétique. Il en résulte, de plus, que le calcul du « degré d'association » α au moyen des écarts entre la valeur trouvée de $\frac{\partial\mu}{\partial T}$ et la valeur moyenne d'Eötvös-Ramsay ne paraît pas possible.

Un certain nombre des courbes de la figure 5 sont convexes vers le haut; dans la plupart des cas, il s'agit d'une décomposition graduelle des substances par élévation de température. Enfin l'acide acétique est un exemple d'un composé manifestant une fonction μ — T rigoureusement linéaire.

B) On a ensuite contrôlé certaines règles empiriques données par M. Walden. D'après ces relations, la valeur de la « cohésion moléculaire » à la température de fusion, ou d'ébullition, divisée par les températures absolues de fusion, ou d'ébullition, serait une constante. Cette grandeur $\frac{a^2M}{T}$, où M est le poids moléculaire déduit de la densité du vapeur, T la température absolue de fusion ou d'ébullition, et où $a^2 = \frac{2\chi}{gd}$, — χ étant l'énergie superficielle spécifique en ergs, g l'accélération due à la gravitation en cm. par seconde, et d le poids spécifique aux températures considérées, — serait environ de 1,156 au point d'ébullition, et le triple : 3,46 au point de fusion. Nous avons pu constater que, bien qu'il ne s'agisse pas ici d'une « loi », la relation se vérifie d'une façon satisfaisante pour une règle empirique. La valeur moyenne a été trouvée au point d'ébullition égale à 1,12, et au point de fusion à 3,38. Les valeurs respectives trouvées s'écartent beaucoup moins de ces moyennes au point d'ébullition qu'au point de fusion. Ce fait était bien à prévoir. Pour les sels fondus, les règles de Walden semblent ne pas avoir de signification essentielle.

C) Quant aux relations quantitatives entre les énergies superficielles libres moléculaires ou spécifiques des différents dérivés de substitution d'une même série, nous avons tout d'abord trouvé ce qui suit

1° Le remplacement d'un atome d'hydrogène dans les composés organiques par des atomes ou des radicaux négatifs : NO^2 —, NO —, NH^2 —, HO —, ou COOH —, entraîne une forte augmentation de χ et de μ de la substance originale. De même, la substitution d'un atome d'hydrogène par des restes d'hydrocarbures, — surtout des restes aryliques, — a une influence semblable.

Une chose remarquable, — tout au moins pour ce qui regarde l'influence des atomes d'halogènes, — c'est que les combinaisons organiques non dissociées électrolytiquement subissent une modification diamétralement opposée à celle entraînée par substitution analogue dans les sels inorganiques fondus, qui sont de vrais électrolytes. Dans les molécules organiques, le remplacement du *fluor* par le *chlore*, de celui-ci par le *brome*, et de ce dernier par l'*iode*, entraîne une élévation continue des valeurs de χ et μ; par exemple :

A 120°C., on trouve :

pour le *méta-fluoro-nitro-benzène*, $\chi = 28{,}3$ ergs, et $\mu = 674$ ergs

pour le *méta-chloro-nitro-benzène*, $\chi = 31{,}2$ ergs, et $\mu = 774$ ergs;
pour le *méta-bromo-nitro-benzène*, $\chi = 33{,}8$ ergs, et $\mu = 858$ ergs;
pour le *méta-iodo-nitro-benzène*, $\chi = 37{,}2$ ergs, et $\mu = 977$ ergs.

Au contraire, avec les sels fondus, ces mêmes valeurs diminuent, en remplaçant dans un sel d'un même métal un halogène par un autre de poids moléculaire plus élevé; par exemple:

A 880°C., on trouve :

pour le *fluorure de rubidium*, $\chi = 117{,}3$ ergs, et [$\mu = 1.300$ ergs];
pour le *chlorure de rubidium*, $\chi = 84{,}5$ ergs, et $\mu = 1.310$ ergs;
pour le *bromure de rubidium*, $\chi = 77{,}5$ ergs, et $\mu = 1.271$ ergs;
pour l'*iodure de rubidium*, $\chi = 64{,}2$ ergs, et $\mu = 1.271$ ergs.

Pour χ, c'est toujours le cas; pour μ, les *fluorures* occupent — comme dans beaucoup de cas où les propriétés physiques et chimiques sont comparées avec celles des autres halogénures — une place à part. En remplaçant l'atome métallique du sel d'un même halogène par un autre à poids moléculaire plus élevé, — par exemple le *lithium* par le *sodium*, le *potassium*, le *rubidium*, ou le *césium*, — un phénomène tout analogue se produit.

2° Les courbes $\chi - T$ et $\mu - T$ des composés organiques isomères sont en général différentes, quoique très rapprochées les unes des autres.

3° Beaucoup d'*alcools*, d'*amines* et d'*acides* présentent souvent une valeur anormalement petite de leur coefficient $\frac{\partial \mu}{\partial T}$.

4° Les sels inorganiques fondus se conduisent à certains points de vue différemment des composés organiques : ils ont des valeurs extraordinairement petites de $\frac{\partial \mu}{\partial T}$. On peut en conclure que ces liquides ont une structure moléculaire très compliquée, vu que, comme électrolytes, on ne peut leur appliquer sans plus la loi des états correspondants, et que celle-ci est la base de la relation d'Eötvös.

5° Les relations relativement simples qui existent entre la situation des courbes χ-T de ces sels dans des séries homologues est plutôt l'indication d'une structure intime assez simple, tandis que le fait que ces régularités n'apparaissent plus d'une façon si évidente dans les courbes μ-T semble conduire à la conclusion que le poids moléculaire M de ces sels fondus ne possède plus de signification essentielle pour eux. On pourrait l'expliquer en supposant que ces sels ne sont que partiellement dissociés, et dans des proportions variables, — le facteur α étant donc différent pour chacun d'eux à la même température.

III. — Mesure de la conductibilité électrolytique des sels fondus.

Après cet aperçu très bref des résultats auxquels a conduit la détermination des tensions superficielles et de leur coefficient de température, nous passerons en revue la méthode que nous avons développée pour la mesure exacte de la *conductibilité électrolytique* de ces sels fondus, jusqu'à des températures atteignant 1.600°C.

Cette question a été également pour beaucoup d'observateurs un sujet d'étude, et pour des sels ne fondant pas à des températures trop élevées, on a obtenu des résultats satisfaisants, jusqu'à des températures de 800° à 900°C. Il faut cependant reconnaître que les sources d'erreur sont encore nombreuses et que les résultats obtenus par les différents expérimentateurs pour un même sel présentent encore des différences considérables.

Mais, quand la température dépasse 900°C., les difficultés expérimentales deviennent si grandes qu'il est impossible d'obtenir des données auxquelles on puisse se fier.

C'est pourquoi l'établissement d'une méthode de mesure universelle de la conductibilité électrolytique des sels fondus, sur un espace de température s'étendant de 250° à 1.650°C., fut l'un des premiers points du programme du Laboratoire de Groningue. Nous avons réussi en 1916-1917 à développer une telle méthode. Un de mes élèves, M. le docteur Kapma, a résumé, il y a peu de temps, les premiers résultats obtenus sur les *nitrates* et les *halogénures* des métaux alcalins[1]. Plus tard, nous avons étendu ces mesures aux *molybdates* et aux *tungstates* de *potassium* et de *sodium*, jusqu'à 1.600°C., et nous avons prouvé ainsi que la méthode pouvait s'appliquer aux plus hautes températures avec la même certitude.

Les principales difficultés qu'on doit surmonter pour la mesure de la conductibilité électrolytique des liquides à hautes températures sont causées :

1° Par la déformation incontrôlable des récipients et des électrodes, en conséquence de la dilatation thermique des matériaux;

2° Par les impuretés entraînées dans les liquides électrolytiques à la suite des réactions entre les parois du récipient et les sels fondus aux températures très élevées;

1. Dr B. Kapma : Thèse de Doctorat à l'Université de Groningue (1917).

3° Par les résistances de contact apparaissant entre les électrodes et les électrolytes, qui échappent à tout contrôle;

4° Par la répartition inégale et variable de la température dans les appareils utilisés pour l'électrolyse, en conséquence de leur forme peu symétrique et de leur trop grand volume.

De tous ces facteurs, le dernier est un des plus importants; comme l'expérience nous a appris que seule une très petite région des fours cylindriques peut être considérée comme thermostat réel, nous avons dû choisir la forme de notre appareil telle que le récipient utilisé ait un volume aussi réduit que possible. D'un autre côté, pour atteindre rapidement l'équilibre des températures, il fallait que les matériaux constituant les récipients fussent de bons conducteurs de la chaleur. Mais comme les bons conducteurs de la chaleur sont également de bons conducteurs de l'électricité, on n'a pu satisfaire à cette dernière condition qu'en utilisant le récipient lui-même comme électrode. Le seul matériel convenable était alors le platine pur exempt d'iridium. En tenant compte donc des difficultés provenant des facteurs 1° et 3°, nous sommes, pour les surmonter toutes, arrivés enfin à la construction suivante (fig. 6).

§ 1. — Appareil de mesure

Le récipient A, en platine pur, dans lequel se trouve l'électrolyte, a la forme d'une demi-sphère prolongée par une partie cylindrique. L'ensemble est constitué d'une seule pièce épaisse de platine, de 0,4 à 0,5 mm. d'épaisseur. L'électrode intérieure E a la même forme, mais ses dimensions sont beaucoup plus réduites, et un fil épais de platine de 160 mm. de longueur et de 1,2 à 1,5 mm. de diamètre est soudé à l'intérieur. Le récipient extérieur est suspendu à trois fils semblables, qui sont rivés à un fort anneau de cuivre D. Le courant électrique est amené au récipient A par TCB; les pièces X et Y sont en matière isolante. De même le courant vient à l'électrode intérieure par SPQ et par l'appareil de réglage et centrage MKL, formé de trois coulisses perpendiculaires entre elles et munies de vis de réglage. De cette façon un réglage très précis de l'électrode E devient possible. En plus, N est une charnière élastique, qui permet de rendre verticale la tige de l'électrode intérieure. Comme les deux électrodes sont semblables (au sens géométrique), et ont leur partie cylindrique de même longueur, une fois qu'elles sont bien centrées, elles sont partout équidistantes, quand les bords de leurs parties cylindriques sont dans un même plan horizontal, ce qu'on peut vérifier au moyen d'un télescope placé à une certaine distance.

L'appareil de centrage de l'électrode intérieure est représenté à part dans la figure 6 et indiqué

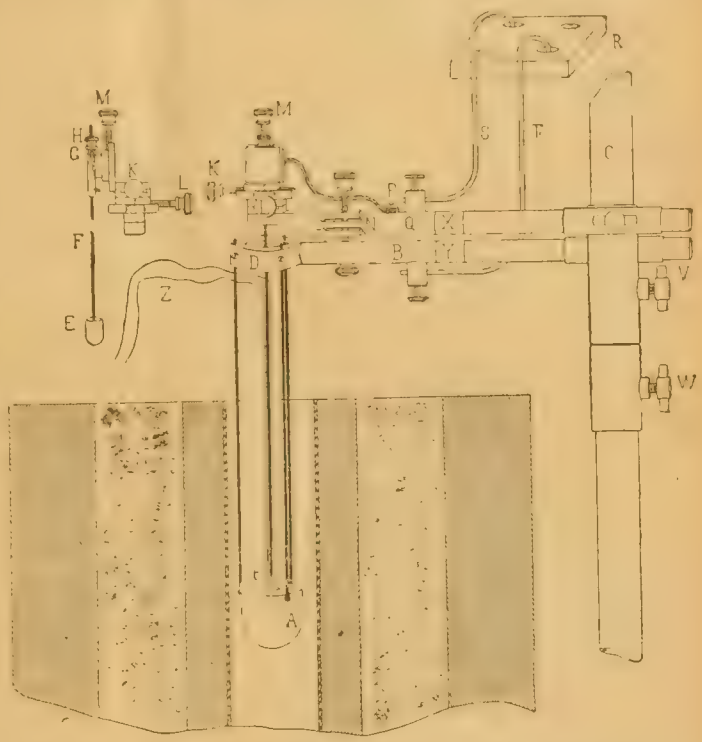


Fig. 6. — *Appareil pour la détermination de la conductibilité électrolytique des sels fondus.*

A, récipient en platine contenant les sels, suspendu à l'anneau de cuivre D; E, électrode; MKL, appareil de centrage et de réglage; N, charnière élastique; TCB, SPQ, arrivées du courant; X, Y, pièces isolantes.

par EFGHMKL. Contre la tige de l'électrode intérieure sont amenés les fils du couple thermoélectrique, isolés au moyen de capillaires en porcelaine dure. Le couple est relié à l'installation de mesure, comportant un potentiomètre, toujours employée dans mon laboratoire pour la mesure très précise des températures. Toutes les parties mobiles du statif porteur C sont de constructions spéciales, qui permettent un déplacement très régulier des pièces, sans qu'elles oscillent, et sans que les supports se déplacent au moment où ils sont fixés à la tige C, — ce qui est malheureusement bien loin d'être le cas des statifs employés ordinairement dans nos laboratoires chimiques. Dans la figure 6, le récipient A a été relevé à peu près à la surface supérieure du four ouvert.

Le rayonnement du four est arrêté par un couvercle, ou — pour les températures très élevées — par un écran à circulation d'eau froide, convenablement construit pour ce but spécial.

Pendant les mesures, on a remarqué quel contrôle continuel et quels soins exigent les contacts, ainsi que l'empêchement de l'apparition des résistances de passage aux bords des parties jointes du circuit. Autant que possible, il faut éviter les contacts mobiles. Car, malgré les grandes surfaces de contact et le serrage énergique, des variations de la résistance totale ont été constatées durant les mesures.

Il était intéressant de rechercher d'une façon précise l'influence exercée, sur la capacité de résistance du récipient d'électrolyse, par un centrage imparfait des deux électrodes l'une par rapport à l'autre. Le résultat de cette recherche systématique a été qu'un déplacement dans le plan *horizontal* a une bien moins grande influence qu'un mouvement *vertical* des électrodes. Or un réglage précis dans ce dernier sens est assez facile au moyen des bords supérieurs des deux électrodes. Et un petit déplacement horizontal ne cause qu'une erreur tombant en dehors des limites de précision de la méthode, comme l'ont prouvé des mesures directes : ainsi deux expérimentateurs différents, à la suite de deux réglages indépendants, ont trouvé pour le même électrolyte des résistances de 15,610 ohms et de 15,615 ohms, — donc une différence relative de 0,03 %.

§ 2. — Méthode de mesure

Pour pouvoir déterminer maintenant la résistance spécifique de l'électrolyte, il faut mesurer :

a) La résistance du récipient rempli de l'électrolyte ;

b) La résistance du circuit et du récipient vide, les électrodes étant en contact direct l'une avec l'autre ;

c) La « capacité de résistance » du récipient rempli de l'électrolyte jusqu'à un certain niveau.

Les mesures *b*) sont effectuées en reliant l'électrode intérieure à l'électrode extérieure par trois gros fils de platine, dont la forme et la résistance ont été déterminées exactement, et soudés à la surface des deux électrodes au moyen du chalumeau oxhydrique ; puis on mesure la résistance totale à toute une série de températures. Pour les très hautes températures, où le platine tend à devenir mou et déformable, il faut prendre des précautions contre toute déformation possible de l'appareil.

Les mesures de résistance *a*), après beaucoup d'expériences préliminaires, ont été effectuées finalement par la méthode, — modifiée toutefois, — inventée par Kohlrausch, avec courant alternatif, pont de Wheatstone, et téléphone comme indicateur. Dès le début, de grosses difficultés se sont élevées, qui n'avaient été prévues que partiellement. Les circonstances défavorables des expériences, notamment le rapport de la résistance à mesurer à la surface des électrodes, empêchèrent d'arriver à un minimum de bruit convenable dans le téléphone. On remédia en partie à ce défaut par une platinisation des électrodes d'après Lummer et Kurlbaum, qui, même aux hautes températures, donne des avantages positifs sur l'emploi des électrodes polies, en rendant les électrodes à ces températures assez mattes et rugueuses, et garantissant évidemment de cette façon un meilleur contact entre celles-ci et le sel fondu.

Le remplacement de l'inducteur (bobine de Ruhmkorff), employé ordinairement, par un générateur de courant alternatif à haute fréquence, avec un nombre d'interruptions réglable, eut encore une plus grande influence. Contrairement à la bobine d'induction, une telle machine fournit une courbe de courant presque sinusoïdale, avec une fréquence facilement réglable de 450 à 1.800 périodes par seconde, circonstance très favorable à l'établissement d'un minimum de son dans le téléphone[1].

Comme pont de Wheatstone, nous avons employé un appareil américain, présentant la disposition en tambour ; le fil de mesure, qui doit être étalonné soigneusement, est enroulé sur un tambour de porcelaine horizontal, arrangé sous forme de vis micrométrique. Par la rotation du tambour, le point de contact se déplace, et sa position est lue au moyen d'un vernier et nonius à 0,01 % près ; le fil ayant 5.000 mm. de longueur, cela correspond à une lecture à 0,5 mm. près.

La figure 7 est une vue de l'ensemble de l'appareil (sauf l'installation de mesure des couples thermo-électriques avec le potentiomètre) ; G est le pont de Wheatstone avec le téléphone H. Le complexe d'appareil désigné par K N O L P est le même que celui de la figure 6 ; M est le récipient à glace, où une des soudures des couples thermo-électriques est maintenue à 0° C.

F est un ampèremètre pour les courants alternatifs ; D est une capacité électrostatique

1. D'après des expériences faites au Laboratoire de Physique de Groningue par M. le docteur Huizinga, il semble préférable d'employer un redresseur de courant (un « conducteur uni-polaire ») et un galvanomètre, à la place du téléphone. Le moment où il n'y a plus de courant dans le pont de Wheatstone est indiqué de cette manière très nettement.

de précision, arrangée en décades; C est une résistance, E une batterie d'accumulateurs qui livre le courant pour le champ magnétique de la machine à induction; B est le fréquence-mètre; A est le rhéostat de démarrage du moteur de la machine à haute fréquence, dont la vitesse de rotation peut être réglée par un frein électromagnétique. La machine même est installée dans une chambre voisine, où les trépidations occasionnées par la rotation rapide et le son qui l'accompagne sont amorties autant que possible.

La détermination de la « capacité de résistance » du récipient A E pendant les mesures et son altération avec la température est une opération qui prend beaucoup de temps. Si W est la résistance du liquide exprimée en ohms, et k la conductibilité spécifique de l'électrolyte (en ohms réciproques), on a en général : $W = \frac{C}{k}$. Cette constante C, qui dépend de la forme et de l'état momentané du récipient, est ce qu'on appelle la « capacité de résistance » du récipient. Pour un vase de la forme simple employée ici, et pour des positions complètement concentriques des deux électrodes, C est calculable directement. Si R est le rayon de la sphère de l'électrode extérieure, r celui de l'électrode intérieure, et h la hauteur des deux parties cylindriques couverte par le liquide, on trouve par intégration :

$$C = \frac{1}{0{,}8686\pi h} \cdot {}^{10}\log \frac{R(r+h)}{r(R+h)}.$$

Nous avons cependant préféré déterminer chaque fois expérimentalement cette capacité. Il faut pour cela bien connaître le volume du liquide contenu entre les deux électrodes. On le détermine en pesant d'une façon précise le poids du liquide employé, et, en divisant ce poids par la densité à la température de l'expérience, on obtient le volume. La dilatation linéaire du platine étant connue exactement, il est facile de calculer l'augmentation de h. Au moyen d'une solution de *chlorure de potassium*, on peut déterminer d'une manière générale la variation de la capacité du récipient avec le volume de liquide entre les électrodes.

La valeur correspondant au volume du liquide employé, trouvé par interpolation, doit être encore corrigée de la dilatation thermique du platine.

Nous avons réussi à déterminer la capacité directement d'une façon très précise. Par exemple, la mesure directe d'une capacité a fourni le chiffre : 0,1595 ; la détermination et le calcul effectué comme indiqué ci-dessus ont fourni la valeur : 0,1578.

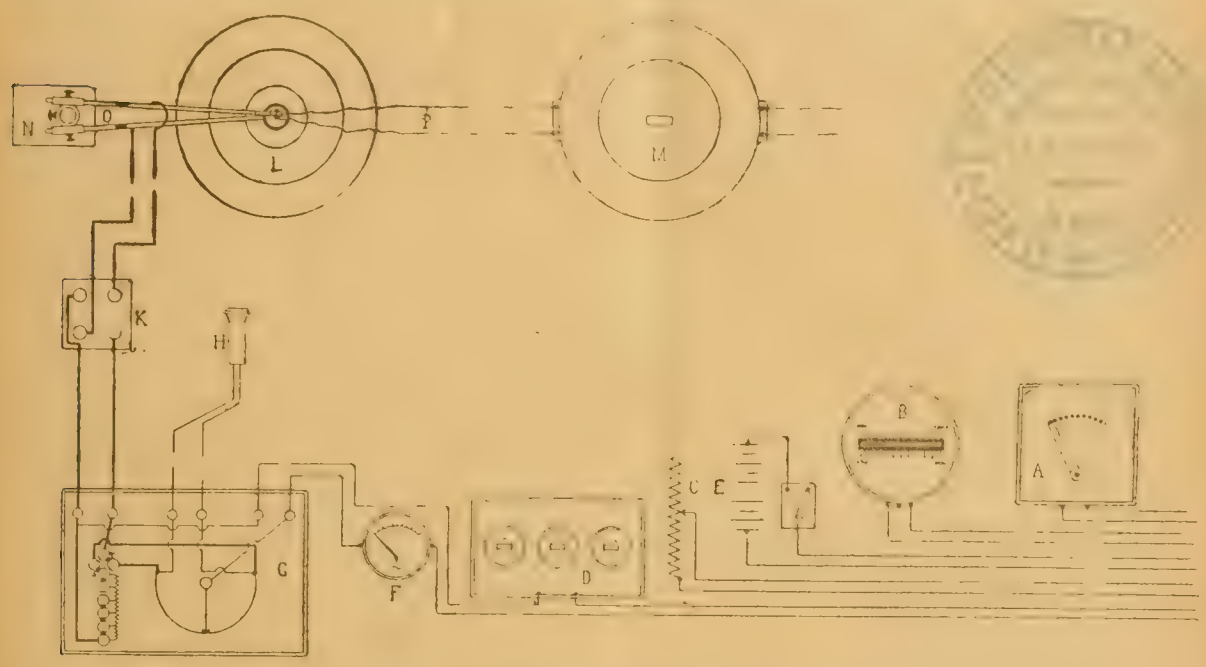


Fig. 7. — *Ensemble de l'appareil de mesure de la conductibilité électrolytique des sels fondus.*
A, rhéostat de démarrage du moteur; B, fréquence-mètre; C, résistance; E, accumulateurs; D, capacité; F, ampèremètre; G, pont de Wheatstone; H, téléphone; KNOLP, appareil de la figure 6; M, récipient à glace.

§3. — Résultats des mesures

Nous avons donc établi une méthode de mesure de résistances qui, — d'après les expériences, — reste applicable aux plus hautes températures qu'on peut atteindre avec le four à résistance à fil de platine, et qui donne d'excellents résultats. Jusqu'à présent, les détermina-

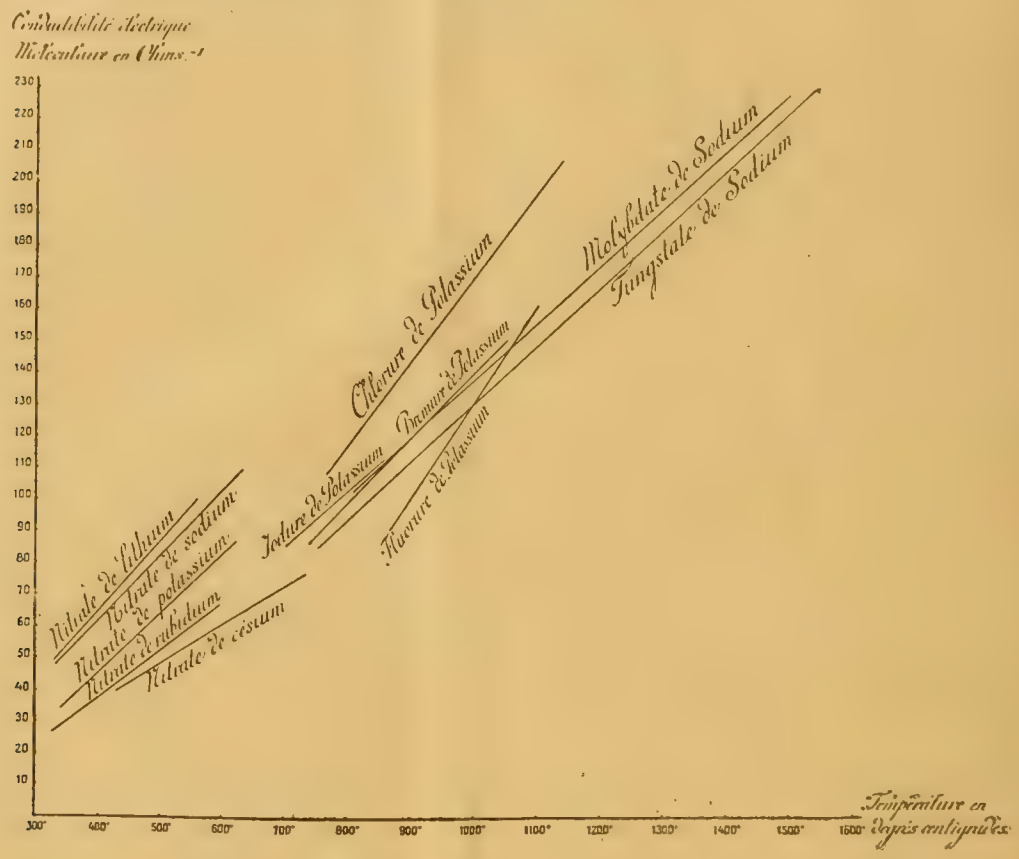


Fig. 8. — *Courbes* μ-T *obtenues pour un certain nombre de sels.*

tions directes de la conductibilité ont été effectuées sur les *nitrates* fondus du *potassium*, du *sodium*, du *lithium*, du *rubidium* et du *césium* pour des températures comprises entre 310° et 560° C., sur les *fluorures, chlorures, bromures* et *iodures de potassium* entre 690° et 975°C., et sur les *tungstates* et *molybdates de sodium* entre 710° et 1.505° C. Pour le *nitrate de potassium*, on a obtenu une concordance pratiquement complète avec les résultats obtenus par d'autres expérimentateurs, suivant les meilleures autres méthodes.

Quelques chiffres trouvés pour k et μ à des températures différentes pourront donner une impression de la valeur de la conductibilité de ces sels :

Fluorure de potassium à 863°C., $k = 2{,}948$; $\mu = 90{,}01$; à 975°C., $k = 3{,}952$; $\mu = 125{,}6$.

Chlorure de potassium à 861°,6 C., $k = 2{,}592$; $\mu = 131{,}2$; à 943°,5 C., $k = 2{,}954$; $\mu = 154{,}6$.

Bromure de potassium à 868°,6 C., $k = 1{,}904$; $\mu = 112{,}7$.

Iodure de potassium à 814° C., $k = 1{,}438$; $\mu = 103{,}1$.

Molybdate de sodium à 843° C., $k = 1{,}411$; $\mu = 107{,}50$; à 1.408° C., $k = 2{,}403$; $\mu = 210{,}61$.

Tungstate de sodium à 879° C., $k = 1{,}355$; $\mu = 107{,}38$; à 1.501° C., $k = 2{,}453$; $\mu = 221{,}35$.

Pour d'autres valeurs de k et μ, on peut consulter la figure 8, où sont aussi représentées les courbes (droites) μ — T pour les *nitrates alcalins*.

Comme résultat général, nous avons trouvé que, chez tous ces sels, la conductibilité moléculaire[1] peut être représentée comme *une fonction linéaire* de la température (fig. 8), de la forme : $\mu = A + B(t - t_0)$. Ce fait, en relation avec celui qu'une foule de propriétés physiques des sels fondus peuvent être représentées comme des fonctions linéaires de la température, semble indiquer que l'état interne des sels

1. Par la conductibilité moléculaire μ, on entend le produit de la conductibilité spécifique k par le volume moléculaire V (égal à M/d, M étant le poids moléculaire, et d la densité du liquide à la température d'observation).

fondus ne se distingue pas par un grand degré de complexité, quoique les données nous manquent encore, en ce moment, pour faire des suppositions fécondes au sujet du mécanisme de l'état moléculaire de ces remarquables électrolytes.

Nous arrivons ainsi à la fin de cette récapitulation très schématique de ce qui a été effectué ces dernières années au laboratoire de l'Université de Groningue pour l'étude exacte des phénomènes physico-chimiques aux températures très élevées. Si la guerre n'était pas intervenue avec tous ses empêchements, la moisson sur ce terrain aurait été certainement plus riche et plus étendue. Mais les résultats acquis malgré des circonstances si défavorables nous permettent d'espérer que, lorsque des conditions plus normales seront revenues, il nous sera donné, par l'établissement et l'application de nouvelles méthodes de travail, d'aplanir le chemin qui tout graduellement nous conduira vers une claire conception de la constitution moléculaire des masses fondues incandescentes et des magmas de silicates. Ainsi nous pourrons espérer de parvenir aussi un jour à la connaissance exacte des propriétés et des phénomènes par lesquels sont caractérisées les laves et les effusions volcaniques.

F.-M. Jaeger,
Professeur de Chimie inorganique et physique à l'Université de Groningue, Membre de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam.

Groningue (Hollande), septembre 1918.

L'OCCLUSION DES GAZ PAR LES METAUX

A LA SOCIÉTÉ FARADAY

La Société Faraday, de Londres, a pris l'habitude, depuis quelques années, de tenir de temps à autre une séance spéciale consacrée à une question à l'ordre du jour, dans le domaine de la Physico-Chimie et de ses applications à l'industrie; des communications sont sollicitées à l'avance des savants qui ont étudié cette question, et celles-ci servent d'introduction à une discussion générale qui ne peut qu'être profitable au progrès de la recherche scientifique[1]. C'est ainsi que la Société Faraday a successivement abordé, au cours de ces dernières années, les sujets suivants : la corrosion des métaux, la pression osmotique, la prise des ciments et des plâtres, les fours électriques, la coordination des publications scientifiques, etc.

Le 12 novembre dernier, elle avait mis à l'ordre du jour de la première séance de sa session d'hiver la question de l'occlusion des gaz par les métaux. Nous voudrions résumer brièvement ici quelques-unes des remarques présentées à ce sujet.

***

Dans des remarques générales introductives, le Prof. A. W. Porter a rappelé la complexité du problème : il y a lieu de distinguer ici entre la combinaison chimique d'un gaz avec un métal; la solution solide, seule, ou combinée à la combinaison ou à l'adsorption; la condensation superficielle sans solution; l'inclusion, c'est-à-dire la rétention de bulles gazeuses dans la masse visqueuse du métal fondu.

On sait que l'occlusion de l'hydrogène par le palladium, atteignant jusqu'à 600 volumes pour 1, a été attribuée par Graham à la formation d'un hydrure, tandis que Hoitsema et Roozeboom suggèrent que l'hydrogène est retenu à l'état de gaz monoatomique ou diatomique; il pourrait même exister deux phases, liquide et gazeuse, de l'hydrogène. Holt, Edgar et Firth ont distingué : *a*) une couche superficielle d'hydrogène adsorbé sous une forte pression de vapeur, facilement éliminable par le vide; *b*) un gaz absorbé, non uniformément distribué dans le métal; quand la température s'élève, la pression du second augmente.

Le prof. J. W. Mc Bain a introduit en 1909 le terme de *sorption*, comprenant à la fois la vraie adsorption, ou condensation superficielle, et l'absorption, ou solution solide vraie; ces phénomènes, qui se présentent généralement ensemble et ne peuvent être distingués que par des expériences minutieuses, diffèrent cependant fortement par rapport au temps. L'adsorption est presque instantanée, tandis que l'absorption semble suivre la loi de diffusion de Fick : elle est

1. Cet exemple mériterait d'être imité ailleurs. Signalons, à ce sujet, l'initiative prise en France, dans un autre domaine, par la Société de Biologie, qui, en novembre et décembre derniers, a consacré trois séances à la discussion de questions relatives à la biologie de guerre : 1° le choc; 2° les conditions de l'infection aux armées; 3° les antiseptiques.

d'abord très rapide, puis elle devient de plus en plus lente, l'équilibre n'étant obtenu théoriquement qu'au bout d'un temps infini. Des réactions chimiques peuvent compliquer les deux types de sorption, et chaque composé chimique formé a sa propre pression de décomposition.

L'absorption nécessite la diffusion; on a observé une diffusion mesurable dans le charbon de bois à — 180° C., dans le palladium à la température ordinaire, dans l'or et le plomb à une température modérée, dans l'acier à haute température. L'adsorption diminue rapidement quand la température s'élève et dépend du développement de la surface : c'est essentiellement un phénomène de tension superficielle, influencé quelquefois par des effets électro-capillaires. Les valeurs quantitatives des tensions superficielles des solides sont inconnues; mais quelques hypothèses déduites de la théorie atomique par Haber, et tout récemment par Harkins et par Langmuir, peuvent nous aider à comprendre le phénomène.

D'après Langmuir, chaque atome à l'intérieur d'un solide est lié à un point d'équilibre du réseau de l'espace et attaché à tous les atomes voisins par des valences primaires et secondaires, toutes de caractère chimique. Les atomes superficiels présentent des valences non équilibrées et non saturées sur leurs côtés externes; la tension superficielle, comme la cohésion, peut donc être attribuée à des forces chimiques. Les molécules gazeuses qui frappent la surface sont retenues et condensées, et non réfléchies. Elles forment une pellicule superficielle qui tend à s'accroître comme un prolongement du réseau du solide. Mais il se produit aussi une re-évaporation des molécules gazeuses, et l'adsorption est la conséquence directe du retard de l'évaporation sur la condensation; c'est le résultat d'un équilibre cinétique. En règle générale, la pellicule gazeuse n'a que l'épaisseur d'un atome ou d'une molécule, excepté lorsque la surface du solide est poreuse ou lorsque le gaz est une vapeur saturée; elle peut alors être plus épaisse. Des expériences de Mc Bain sur la sorption par le carbone de l'iode dissous dans divers solvants ont rendu très vraisemblable l'hypothèse précédente pour les solides, et par extension pour les gaz.

*
* *

L'occlusion des gaz par les métaux joue un rôle très important dans un grand nombre de phénomènes physiques. En ce qui concerne, par exemple, l'émission d'électrons par les métaux chauffés, H. A. Wilson a montré que l'émission du platine est réduite à 1/250.000e de sa valeur par chauffage préliminaire du métal dans l'oxygène ou ébullition dans l'acide nitrique, ce qui a pour effet d'éliminer l'hydrogène occlus; l'admission d'un peu de ce gaz ramène aussitôt l'émission à sa valeur originale. Le phénomène de la passivité des métaux paraît être également sous la dépendance immédiate de l'occlusion.

Mais ce qui a attiré surtout l'attention de la Société Faraday, c'est le rôle de l'occlusion en métallurgie. M. Cosmo Johns a rappelé l'influence, beaucoup plus considérable qu'on ne le croit généralement, des gaz occlus sur les propriétés des métaux employés dans la construction mécanique; l'apparition de la fragilité est très souvent en relation avec eux.

Heyn a poursuivi à ce sujet des expériences très instructives sur l'absorption de l'hydrogène par le cuivre. Le cuivre fondu (et le fer également) dissolvent plus d'hydrogène que le cuivre solide, et une masse fondue saturée d'hydrogène doit devenir sursaturée par solidification. Une partie de ce gaz se dégage pendant que le métal est encore assez fluide; mais le reste doit être emprisonné et former des inclusions gazeuses micro- ou macroscopiques dans ou entre les cristaux individuels. Mais ces inclusions ne peuvent expliquer tous les faits observés. Elles sont quelquefois absentes, et Heyn, dans ses études sur la fragilité provoquée par l'hydrogène, n'a pu découvrir aucune modification de la microstructure susceptible de rendre compte de la faiblesse mécanique. Mais, si l'on se rappelle que l'explication la plus répandue de la ténacité des solides (cristallins) postule l'existence d'atomes amorphes, non orientés, à l'état de ciment surfondu entre les grains cristallisés, on peut expliquer les faits de la façon suivante : le liquide surfondu entre les cristaux n'a pas subi le changement d'état qui se produit quand un liquide se solidifie; il doit contenir plus d'hydrogène en solution que le métal solide. L'absorption et l'expulsion des gaz affecte donc principalement, sinon entièrement, le liquide surfondu. Le changement de propriétés qui se manifeste par la fragilité s'opère ainsi au contact des cristaux. Et il est probable que cette solubilité plus grande du ciment reliant les grains cristallins est aussi le facteur dominant de la fragilité de l'acier exposé à l'action de l'hydrogène dans certaines conditions. M. W. Rosenhain arrive à des conclusions analogues à la suite de ses recherches sur l'occlusion des gaz par l'aluminium et ses alliages.

Dans les recherches précédentes, on a affaire à des gaz extérieurs absorbés par les métaux;

mais on peut trouver dans les solides des gaz résultant de réactions effectuées entre des constituants non gazeux pendant le refroidissement. Ainsi la présence de CO et CO^2 dans l'acier a été attribuée à des réactions entre l'oxyde de fer dissous et le carbone à la température particulière où l'oxyde de fer, étant mis hors solution par le refroidissement progressif, se concentre dans la liqueur-mère entre les cristaux en formation et réagit avec le carbone qui n'a pas subi la même concentration. CO et CO^2 se trouvent dans un rapport défini, d'où l'on peut déduire cette température. Mais il est douteux que ces gaz soient solubles dans l'acier liquide, car CO^2 oxyderait, tandis que CO carburerait l'acier; si le mélange se montre soluble, ce n'est que dans le rapport particulier des deux gaz qui est en équilibre avec le métal fondu à cette température particulière. Solubles ou non dans le fer fondu, ces gaz doivent se former par des réactions entre l'oxyde de fer dissous et le carbone et doivent se dégager entre les cristaux, en affectant les propriétés de la masse métallique; si les gaz sont solubles, ils se concentrent dans la substance intercristalline comme dans le cas de l'hydrogène.

D'après les recherches de M. A. Mc Cance, ces gaz auraient une grande importance dans la formation des soufflures des lingots d'acier. Quand ces derniers se solidifient, les gaz, étant beaucoup moins solubles dans la partie solide que dans la partie liquide, se concentrent dans la dernière portion liquide. L'acier se sature d'abord de CO, mais en même temps le refroidissement provoque la réaction $FeO + CO = Fe + CO^2$, et CO^2 augmente aux dépens de CO. Quand la solubilité de l'acier pour CO^2 est dépassée, les soufflures se forment.

***

Un autre point mis en lumière par plusieurs auteurs de communications, c'est que les données expérimentales sur lesquelles se basent les théories de l'occlusion divergent parfois considérablement, qualitativement et quantitativement. Les déterminations, tant de l'occlusion que de la libération des gaz par les métaux, sont très difficiles, les gaz dégagés pouvant être absorbés par d'autres parties de l'appareil d'essai, et les informations données sur les méthodes de détermination de la pression, de la température et de la composition des gaz, employées par les divers auteurs, sont le plus souvent insuffisantes.

La détermination de l'occlusion se fait en général en chauffant l'échantillon de métal dans le vide. Pour éviter la contamination de la substance par réaction chimique avec les matériaux du four, W. Austin a essayé en 1912 le chauffage et la fusion électriques directs en faisant passer le courant par un bâton de métal, formant l'axe d'un cylindre en acier; il a trouvé peu de gaz, et ce dernier pouvait provenir du cylindre, chauffé par radiation. Dans leurs plus récentes expériences, G. Alleman et C. J. Darlington se sont servis du chauffage électrique jusqu'à 1.900° C. dans des tubes de quartz ou d'alundum, le métal à étudier étant placé dans une nacelle de quartz ou de platine. Les gaz étaient aspirés par une pompe à mercure, tandis que le manchon à vide entourant le tube était relié à une pompe moléculaire. La plupart des métaux ferreux sur lesquels ils ont expérimenté ont dégagé des gaz (jusqu'à 200 volumes), dans l'ordre décroissant : H, CO, N; la présence d'oxygène n'a pu être décelée avec certitude.

Il semble donc que ce qui importe à l'heure actuelle, c'est l'établissement d'une méthode expérimentale exempte d'objections pour la détermination des quantités de gaz occlus ou dégagés par les métaux aux différentes températures. Lorsqu'on disposera de données sur lesquelles ne subsistera plus aucun doute, on pourra alors aboutir à des conclusions plus solides sur la nature de l'occlusion dans les différents cas. L'étude des métaux purs, absolument exempts de gaz occlus, recommandée par Sir Robert Hadfield, permettra, d'autre part, de se rendre compte de l'influence exacte de l'occlusion sur les propriétés de ces métaux[1].

A. Delesne.

1. De nombreuses autres communications, traitant de points spéciaux de ce vaste sujet, ont été présentées à cette séance de la Société Faraday. Mentionnons en particulier celles sur l'absorption des gaz par les métaux nobles, par l'argent (et sur le phénomène particulier du « rochage » de l'argent par solidification).

REVUE DE GÉOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE

I. — Nécrologie

De nouveaux deuils ont attristé récemment la Géologie française. Aux jeunes géologues frappés par la guerre, dont nous avons résumé les travaux dans notre dernière « Revue », vient s'ajouter la disparition de professeurs éminents : Louis Collot, Gaston Vasseur, René Nicklès, Armand Thévenin, tous partis avant l'âge et en pleine activité intellectuelle.

Louis Collot. — Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Dijon, Louis Collot — né en 1846 à Cannat près d'Aix-en-Provence — avait occupé successivement les fonctions de professeur de Physique dans les collèges d'Arles et de Draguignan, de préparateur à la Faculté des Sciences de Montpellier et de professeur suppléant à la Faculté de Grenoble.

Son premier travail est une étude « Sur les terrains jurassiques de l'Hérault », où est signalée, pour la première fois, la lacune du Sinémurien et du Charmouthien inférieur, au Nord de Lodève.

Deux ans après (1877), il présentait à la Société géologique de France une carte géologique d'Aix et à cette occasion insistait sur une idée qui devait devenir féconde, celle de l'affaissement graduel des mers secondaires dans les Alpes, la fréquence des Ammonites à certains niveaux dénotant une mer profonde. « Il est opportun de constater, a écrit un de ses biographes, que l'exactitude des observations anciennes de Collot et celle des contours de la feuille d'Aix, œuvre méritoire de sa jeunesse, ont été reconnues par tous les géologues (Marcel Bertrand en tête) qui ont étudié la Géologie provençale. »

Sa thèse de doctorat, parue en 1880, est intitulée : « Description géologique d'Aix-en-Provence ». Les terrains secondaires du Nord des Bouches-du-Rhône et des parties voisines du Var étaient presque inconnus lorsqu'il entreprenait cette étude. Il parvint à établir la succession des étages jusqu'au sommet du Jurassique et au Néocomien.

Le Miocène attira particulièrement son attention, au point de vue de ses conditions de dépôt. Ultérieurement et dans un travail entrepris presque à la fin de sa carrière, il publiait un important Mémoire sur le Miocène des Bouches-du-Rhône. L'existence d'une pénéplaine miocène, les dislocations anté- et post-miocènes étaient bien mises en évidence.

Signaler tous ses travaux nous entraînerait trop loin. Nous nous contenterons de dire que son enseignement à Dijon ne se bornait pas à ses cours de la Faculté, mais qu'il traita dans des conférences de nombreux sujets d'actualité. « On le voit à l'œuvre, dit le doyen de la Faculté des Sciences, chaque fois qu'un effort tend à orienter les intelligences régionales vers le progrès. »

Collot fut un savant laborieux, droit et sincère qui ne comptait que des amis, et dont la mémoire sera pieusement conservée par ceux qui l'ont connu.

Gaston Vasseur. — M. J. Blayac ayant consacré ici-même[1] une notice détaillée à la vie et à l'œuvre de ce savant, nous nous bornons à y renvoyer nos lecteurs.

René Nicklès. — Le 4 novembre 1917, à l'âge de 58 ans, disparaissait le professeur René Nicklès, de la Faculté de Nancy, dont le décès constitue une perte bien grande pour la région lorraine.

Amené de bonne heure à la Géologie, il débutait par des recherches sur le Jurassique inférieur des environs de Nancy. Sa thèse de doctorat, parue quelques années plus tard (1891), consacrée à la Géologie du Sud-Est de l'Espagne, portait pour titre « Terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et du Sud de la province de Valence ». Il signalait aux environs de Mancha-Réal la présence du Cénomanien, du Turonien et du Maestrichien et concluait à l'existence de phénomènes de charriage dans les chaînes de l'Almaden et de la Mugina. Ces conclusions, considérées alors comme très hypothétiques, ont été mises hors de conteste par les recherches postérieures de Robert Douvillé, et celles plus récentes de M. Louis Gentil.

Les Ammonites du Crétacé inférieur firent ensuite l'objet de ses travaux, qui parurent de 1890 à 1894 dans les *Mémoires de la Société géologique de France*.

Nommé professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Nancy, il se consacra spécialement à la Lorraine et son œuvre principale fut

1. Voir la *Revue gén. des Sc.* du 30 nov. 1915, t. XXVI, p. 630.

l'étude du prolongement du bassin houiller de la Sarre. Comme nous l'annoncions ici même en 1907 [1], il avait indiqué comme région la plus favorable celle où fut installé plus tard le sondage d'Eply. Ce sondage atteignait le terrain houiller à la profondeur de 659 m. et les caractères lithologiques des échantillons récoltés rappelaient ceux du Westphalien de Sarrebruck.

La géologie théorique, une fois de plus, rendait dans cette région du Nord un immense service à l'industrie.

A cette occasion Nicklès recevait de l'Académie des Sciences le prix Joseph Labbé, et de la Société géologique de France le prix Gosselet.

Par l'organe de son président et à l'annonce de sa mort, cette dernière déplorait vivement la disparition d'un confrère aussi savant que laborieux, dont elle était en droit d'attendre encore d'importantes et utiles découvertes.

Armand Thevenin. — Une perte non moins douloureuse pour la Société géologique de France a été celle d'Armand Thévenin, maître de conférence de Paléontologie à la Sorbonne. Il occupait le fauteuil de la présidence de cette Société, au début des hostilités, et les paroles prononcées par lui dans la Séance annuelle de 1915 sont encore présentes à toutes les mémoires. « En temps de guerre, nous disait-il, toute allocution est vaine quand elle n'est pas une source d'énergie. »

Il tombe victime de son dévouement à la cause de la Défense nationale, s'étant associé aux travaux d'une section d'études et d'expériences techniques qui l'amenèrent à prendre part à des opérations d'une nature particulièrement dangereuse.

Sa thèse de doctorat, très remarquable, ayant pour titre « Etude géologique de la bordure Sud-Ouest du Massif Central », était consacrée à une région s'étendant sur une partie des départements du Lot, de l'Aveyron et du Tarn-et-Garonne. Il étudiait à peu près tous les terrains de la série géologique, sauf le Crétacé.

Il s'était donné pour but, écrivait-il, d'observer avec détails tous les faits et de présenter les résultats de ses observations plutôt comme une histoire que comme une description.

Parmi les éléments de cette histoire, deux sont particulièrement intéressants : ce sont, d'une part, les éruptions volcaniques du Houiller et, d'autre part, les phénomènes de dénudation, les remplissages de cavernes à la fin de l'Eocène et au début de l'Oligocène.

Au point de vue tectonique, il montrait que la faille de Villefranche-sur-Rouerge correspond à une zone de moindre résistance où se sont fait sentir les mouvements hercyniens, pyrénéens et alpins. Il mettait en évidence l'importance des forces verticales par rapport aux forces tangentielles, et indiquait avec détails le réseau de fractures de la bordure du Massif Central.

Toutefois, ce sont les travaux paléontologiques de Thévenin qui furent plus spécialement remarqués. Son Mémoire « Sur les stades d'évolution des plus anciens quadrupèdes de France » fut couronné par l'Académie des Sciences et par la Société géologique. Son travail sur le *Dryosaurus* des phosphates de Tunisie est une œuvre de premier ordre et qui lui fait honneur.

Comme Albert Gaudry, dont il fut l'élève, et à la mémoire duquel il a rendu un éloquent hommage, ce fut un grand travailleur et sa carrière, quoique courte, peut être citée en exemple.

II. — Stratigraphie

§ 1. — Dévonien du Sud-Est de l'Ontario

Le Dévonien du Canada, qui a une grande importance économique par ses gîtes de pétrole, n'est pas moins intéressant au point de vue stratigraphique. L'étude des couches qui en font partie a fait en 1917 l'objet d'une importante publication [1], dont les données comportent quelques considérations générales méritant d'être connues.

Surtout développées dans l'Ontario et dans deux régions assez distantes l'une de l'autre (voisinage de la baie James et Sud-Est de l'Ontario), les couches de ce système se classent de la façon suivante : 1° *Dévonien inférieur* (comprenant l'*Helderbergien* faisant fréquemment défaut et les *grès d'Oriskany*); 2° *Dévonien moyen* (se subdivisant en *calcaires d'Onondaga*, *calcaires Delaware* et *formation Hamilton*); 3° *Dévonien supérieur* (subdivisé en *schistes huroniens* [probablement *schistes de Genesee*] et couches de Port Lambton).

Dans l'Ontario, le Dévonien débute le plus souvent par les *grès d'Oriskany*, grès massifs à gros grains reposant en discordance sur les dolomies siluriennes. Ils sont assez fossilifères, occupant des surfaces très étendues dans les « townships de North Cayaga » et « d'Oneida » du comté d'Haldimond.

Les *calcaires d'Onondaga* reposent, eux aussi, en discordance sur les couches sous-jacentes, lorsque les grès d'Oriskany font défaut, ce qui est souvent le cas. Ils présentent au point de

1. J. Révil : Revue annuelle de Géologie. *Rev. gén. des Sc.* du 15 nov. 1907, p. 887.

1. Clinton R. Stauffer : Le Dévonien du Sud-Est de l'Ontario. Ottawa, 1917.

vue faunique un intérêt spécial. En effet, les coraux y sont abondants, offrant des affinités avec ceux de l'Europe occidentale et de l'Asie septentrionale.

Le nom de « *groupe Hamilton* » est employé au Canada pour désigner les couches comprises entre les calcaires supérieurs de l'Onondaga et les schistes noirs dits « *schistes de Genesee* » ou « *schistes huroniens* ». Les calcaires de base sont identiques, tant au point de vue lithologique qu'au point de vue faunique, aux calcaires Delaware de l'Ohio. Quant aux assises supérieures, ce sont des calcaires gris qu'accompagnent des argiles schisteuses de teinte bleue.

Les assises classées dans le Dévonien supérieur sont formées d'argiles schisteuses noires auxquelles succèdent, en alternance, des argiles schisteuses verdâtres et des argiles noires plus ou moins arénacées. La partie supérieure a reçu le nom de « couches de Port Lambton » ; elles ont été rencontrées dans tous les puits forés de cette région.

Arrivant à des données générales, l'auteur fait remarquer que les contrées de l'Amérique du Nord où se trouvent des dépôts dévoniens se groupent en cinq aires : 1° *Aire de la bordure orientale* (Gaspé, Nouveau-Brunswick, Nord de la Nouvelle-Angleterre); 2° *Aire continentale orientale* (New-York, Ontario, Michigan, Ohio, Indiana, Illinois-Sud, Kentucky); 3° *Aire continentale intérieure* (Ouest de l'Illinois Central, Missouri, Iowa, Manitoba, vallée du Mackenzie jusqu'à l'Océan glacial); 4° *Aire continentale occidentale* (région du grand bassin comprenant des portions du Névada et de la Californie); 5° *Aire de bordure occidentale* (embrassant les dépôts dévoniens des îles au large de la côte sud-est de l'Alaska).

Le Dévonien de l'Ontario fait partie de l'aire continentale orientale, qui, elle-même, est compliquée de plusieurs élargissements ou bassins dont les points de rattachement sont restreints et les limites sujettes à varier, ce qui a donné lieu à de légères différences fauniques.

Les Coraux sont parmi les fossiles les plus répandus et les plus caractéristiques des calcaires de l'Onondaga. Comme, d'autre part, le Dévonien moyen de l'Europe occidentale se signale par une faune très riche en organismes de ce genre, il y a eu immigration entre les localités eurasiennes et la région de l'Ontario. En outre, l'abondance de ces fossiles, dans les dépôts dévoniens des environs de la baie James, permet de supposer que ces formes se sont introduites d'Europe en Amérique par les eaux septentrionales. Quant aux Bryozoaires, qui sont également abondants, il semble probable qu'ils sont un produit d'évolution régionale pendant cette même période.

La faune de l'Onondaga se compose d'au moins 3 éléments principaux : l'un se rattache aux faunes des anciens dépôts de Gaspé et de l'Amérique du Sud, qui avaient émigré dans le Tennessee et l'Amérique méridionale vers la fin de l'Oriskany (Dévonien inférieur) ; un deuxième élément, surtout caractérisé par les Coraux, témoigne d'une parenté intime avec les faunes septentrionales et centrales; un troisième élément a pris naissance dans la région elle-même; elle est un produit de l'évolution du Dévonien primitif et du Silurien qui se rencontrent aujourd'hui dans le même bassin.

Dans son ensemble, la faune de la « formation Hamilton » dérive de celle de l'Onondaga, tout en renfermant certains éléments étrangers qui la caractérisent plus spécialement.

Le Mémoire de notre savant confrère du Canada se termine par un chapitre sur les produits économiques, très documenté, qui sera consulté avec fruit par tous ceux qu'intéressent les travaux de Géologie appliquée.

§ 2. — Le système jurassique des chaînes intérieures des Alpes françaises

L'ouvrage de MM. W. Kilian et J. Révil intitulé : « *Etudes géologiques dans les Alpes occidentales* »[1] — édité par le Ministère des Travaux publics — et dont nous avons déjà entretenu les lecteurs de cette Revue, s'est enrichi récemment d'un nouveau fascicule du t. II. Consacré comme le premier à la description des terrains, ce fascicule traite du système jurassique, dont les divers étages (Rhétien, Lias, Série médio-jurassique, Série supra-jurassique) sont décrits d'une façon détaillée. — Nous n'en ferons connaître que les principales conclusions.

I. *Rhétien et Lias.* — Les dépôts rhétiens et liasiques des Alpes françaises se groupent en plusieurs types caractérisés par leur facies et par leur répartition géographique.

Ces types, au nombre de 7, sont les suivants :

1° *Type rhodanien* (avec ses lacunes stratigraphiques multiples, la réduction de certaines assises, ses transgressions littorales, ses facies détritiques et grossiers, se relie par le Bugey au type jurassien moins littoral) ;

2° *Type provençal* (représentant un facies néritique marginal parfois riche en Brachiopodes) ;

1. W. Kilian et J. Révil : *Etudes géologiques dans les Alpes occidentales* (Contributions à la Géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises), t. II, 2e fascicule. Paris, Imprimerie nationale, 1917.

3° *Type dauphinois* (caractérisé par l'épaisseur et le facies bathyal des dépôts, la présence presque exclusive des Céphalopodes dans leur faune, et ne comprenant que deux divisions lithologiques : le « *Lias calcaire* » et le « *Lias schisteux* ». Il s'étend des environs de Digne (Basses-Alpes) à la vallée de Chamonix en Haute-Savoie) ;

4° *Type intermédiaire* (riche en facies variés et formant la transition entre le type vaseux dauphinois et le type briançonnais ; il comprend des formations récifales à Polypiers, des calcaires zoogènes à Foraminifères, oolithiques ou à silex, des brèches et des assises puissantes à calcaires cristallins) ;

5° *Type briançonnais* (se faisant remarquer par d'énormes masses de conglomérats bréchiformes *ravinant* leur substratum, et par l'érosion de la partie terminale du Trias et du Rhétien qui ont généralement disparu) ;

6° *Type mixte* (formant transition entre le type briançonnais et les schistes lustrés du type piémontais et se caractérisant par l'alternance de bancs de brèches polygéniques avec des microbrèches, des schistes lustrés et des calcaires cristallins qui parfois sont localisés à la base du complexe) ;

7° *Type piémontais* (formé de schistes lustrés, dont une partie représente la série liasique, tandis que d'autres portions de la masse schisteuse appartiennent au Trias et à divers horizons mésozoïques, la série schisteuse ne débutant pas partout au même niveau).

Ces données permettent de résumer l'histoire géologique de la chaîne de la façon suivante : Une *transgression* lente et progressive commence avec les couches rhétiennes à *Avicula contorta* et succède, notamment dans l'Ouest, au régime lagunaire du Trias supérieur. A l'Est (Schistes lustrés inférieurs), le début est marqué par des dolomies jaunâtres qui succèdent aux calcaires triasiques. Toutefois, la transgression n'atteint certains îlots émergés (massif de la Mûre, etc.) que pendant le cours des époques sinémurienne, et même toarcienne.

En même temps s'effectuait une extension vers l'Ouest du géosynclinal mésozoïque qui était limité, à l'époque triasique, aux régions intra-alpines et qui comprend maintenant toute la zone delphino-savoisienne. Le géosynclinal s'accidente bientôt par la surrection du bombement briançonnais et se décompose en deux géosynclinaux secondaires : à l'Ouest le géosynclinal dauphinois, et à l'Est le géosynclinal piémontais.

L'*effort orogénique* ne se traduit plus pendant cette période que par des mouvements lents et de vaste amplitude, affectant surtout le géosynclinal briançonnais et quelques régions limitées comme le « dôme de la Mûre ».

Il est intéressant de signaler les modifications survenues dès l'époque liasique dans la bathymétrie de la mer jurassique du Sud-Est de la France, car il semble que ces mouvements ont servi, en quelque sorte, de *prélude aux plissements alpins*, dont ils indiquent déjà les directions principales.

II. *Série médio-jurassique ou Dogger.* — Le Jurassique moyen est largement représenté dans les Alpes françaises. Il présente des changements de facies qui permettent de distinguer *plusieurs types* dans la région située au Sud d'une ligne passant par Thonon-Annecy-Chambéry-Grenoble.

1° *Type subalpin.* Le Dogger présente de notables modifications vers le bord externe de la région intra-alpine. A Corenc près de Grenoble, à la Table près de la Rochette (Savoie), et localement en Haute-Savoie, il offre des intercalations de *calcaires à Entroques.* Ces modifications préludent à l'Ouest de la chaîne de Belledonne à l'apparition du *type jurassien*, qui est nettement caractérisé dès le Mont-du-Chat aux environs de Chambéry, tandis que dans le voisinage du massif central apparaît le type *rhodanien.*

2° *Type vaseux* ou *bathyal.* Ce type se caractérise par la teinte foncée des dépôts, par l'abondance des empreintes connues sous le nom de *Cancellophycus*, des *Posidonomyes* et, parmi les Ammonites, par l'association constante des *Lytoceras* et des *Phylloceras* méditerranéens à de nombreuses espèces communes avec le Dogger de l'Europe centrale.

Ce qui caractérise ce type vaseux, c'est sa grande uniformité lithologique. Tout au plus quelques niveaux à Ammonites ferrugineuses ou à nodules calcaires (*miches*) viennent interrompre la longue série des marno-calcaires et des marnes noirâtres qui le constituent.

3° *Type néritique.* Ce type est représenté par des calcaires à débris, des marbres à Polypiers, des calcaires à Entroques et des brèches. Il forme à l'est du facies vaseux, du Val Ferret à la Haute-Ubaye, une bande continue qui correspond à une portion de la zone du Briançonnais et sépare le domaine occupé par le Dogger vaseux de la région des « Schistes lustrés ».

4° *Type provençal.* Il se fait remarquer par l'apparition des masses dolomitiques et la présence de faunes néritiques ; il se développe graduellement entre Gréoux, Castellane et le Var, pour se continuer dans les « Préalpes maritimes » jusqu'aux environs de Grasse, en constituant une sorte de ceinture néritique parallèle à la

bordure du massif cristallin des Maures. Le Bathonien inférieur est bathyal jusque dans le Var.

5° *Type piémontais.* Une partie de la puissante formation dite des « Schistes lustrés » semble bien correspondre vers l'Est au Jurassique moyen. Toutefois, en l'absence de fossiles, il n'est pas possible d'être affirmatif. Cependant, aux environs de Briançon, on voit les calcaires noirs du Bathonien néritique passer latéralement et d'une façon graduelle à des schistes calcaires qui se confondent avec l'épaisse masse des schistes lustrés.

La répartition de ces facies est assez analogue à celle décrite pour le Lias; elle permet de distinguer une *aire centrale*, dans laquelle se sont déposés des sédiments vaseux à Céphalopodes (facies bathyal) d'une certaine épaisseur; cette aire n'est autre chose que le *Géosynclinal subalpin.* Lorsque l'on s'éloigne de cette aire centrale vers le Nord et le Nord-Ouest, les dépôts deviennent oolithiques, présentant des bancs-limites et parfois des *lacunes*, et l'on passe graduellement aux facies si variés du Jura, du bassin de Paris et de l'Angleterre.

Enfin, sur une partie de l'emplacement actuel de la zone du Briançonnais semble avoir existé, à l'époque du Jurassique moyen, un axe *émergé* ou tout au moins une ligne de *hauts-fonds* séparant le Géosynclinal subalpin du Géosynclinal piémontais, entre la bande du Dogger à facies dauphinois et celle des Schistes lustrés, une *zone néritique* dont nous trouvons les traces dans les dépôts à Entroques, Brachiopodes et à Ostracés du Galibier, du Briançonnais oriental, du lac des Neuf-Couleurs et d'Escreins.

III. *Série suprajurassique.* — De la constatation certaine de gisements du Jurassique supérieur dans de nombreux points des Alpes françaises, et en particulier dans les massifs du Galibier, du Queyras et de Guillestre, il résulte que les eaux qui ont déposé les assises tithoniques des chaînes subalpines s'étendaient jusque dans la Maurienne et dans la partie centrale de la chaîne alpine. Nous sommes en droit de conclure que pendant le Jurassique supérieur *une grande partie des chaînes alpines était immergée.*

A l'Est, dans la région piémontaise existait une autre dépression géosynclinale (*Géosynclinal piémontais*), où se déposaient depuis l'époque liasique les « Schistes lustrés » et qui, vraisemblablement, a continué à jouer le même rôle pendant la durée de la période suprajurassique.

D'autre part, il importe de rappeler que, dans la partie axiale de la zone du Briançonnais, la transgression des calcaires du Jurassique supérieur (*Malm*) sur le Trias est incontestable en quelques points et que le Lias y fait souvent défaut : le Dogger n'est représenté dans la région que d'une façon intermittente. On doit remarquer encore, en ce qui concerne les zones intra-alpines de nos Alpes françaises, que toutes les faunes, qu'elles soient récifales ou composées de Céphalopodes, qui ont été citées à l'est d'une ligne Galibier-Guillestre-Col de Vars-Lauzanier-Vintimille, appartiennent à des niveaux supérieurs du Jurassique (Tithonique ou Portlandien). Ce fait constitue une forte présomption en faveur de l'existence de la *transgression* tithonique dans cette partie des Alpes; nous semblons pouvoir admettre une émersion partielle de la zone axiale du Briançonnais à l'époque du Jurassique moyen, émersion suivie d'un retour des eaux marines (*transgression*) vers les temps portlandiens.

Cette transgression tithonique ne paraît s'être manifestée qu'à l'Est d'une ligne qui correspond approximativement à la limite occidentale de la zone du Flysch, du Galibier au Mercantour. Elle a été préparée par des mouvements positifs, mais il n'est pas encore possible de préciser la date de ces transgressions préliminaires.

Le Mémoire dont nous venons de fournir les conclusions est une mise au point de l'état actuel de nos connaissances sur cette partie des Alpes. Il y a lieu d'espérer que les chapitres restant à paraître, dont la rédaction est entièrement achevée, pourront être livrés bientôt à la publicité.

§ 3. — Coordination chronologique des temps quaternaires

Dans un article de notre revue géologique de 1915, nous résumions les travaux de MM. Depéret, de Lamothe et Gignoux consacrés aux phases récentes de l'histoire de la Méditerranée. Les résultats obtenus étaient concordants et les conclusions déduites par M. Gignoux[1] précisaient, pour le bassin de la Méditerranée occidentale, les caractères stratigraphiques et paléontologiques d'étages marins quaternaires emboîtés les uns dans les autres, dont les niveaux décroissants sont de 90-100 m., 55-60 m., 30 m., 15-18 m.

Des recherches analogues ont été entreprises par M. E. Chaput[2] sur les terrasses des vallées de la Loire et de ses principaux affluents, vallées qui aboutissent à l'Atlantique et à la Manche. Cet auteur s'est spécialement proposé, en suivant ces terrasses vers la mer, d'obtenir des résultats sur

1. M. Gignoux : Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. *Annales de l'Université de Lyon*, 1913.

2. E. Chaput : Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents. *Ann. de l'Université de Lyon*, Sc. méd., fascicule 41, 1917.

les oscillations du niveau de l'Atlantique et de comparer ces niveaux à ceux de la Méditerranée.

Dans les vallées de la Loire, nous dit-il, existent de nombreuses terrasses, qui correspondent à d'anciennes plaines alluviales. Celles qui se continuent sur de grandes longueurs sont le petit nombre, mais les altitudes des niveaux qui leur correspondent sont sensiblement les mêmes quelle que soit la région étudiée. De plus, on a une série de niveaux qui, dans l'ordre descendant, se classent de la façon suivante :

A) Anciennes surfaces aplanies formant dans le Massif central des plateaux à 200-250 m., au-dessus de la Loire et de l'Allier ;

B) Terrasse à l'altitude d'environ 130 m., jalonnée par des lambeaux d'alluvions au Sud du Forez, entre le Forez et le Roannais et dans le bassin de Digoin ;

C) Terrasse à l'altitude de 90-100 m., bien distincte de la précédente et conservée dans la même région ;

Au-dessous de ces niveaux, trois terrasses ont une grande régularité, passant au voisinage de la mer à des surfaces horizontales, permettant de connaître l'altitude du niveau de base, au moment de leur formation ;

D) Terrasse à l'altitude de 55-60 m., jouant un rôle important dans la topographie du Roannais, du Charolais, du Bourbonnais et de la Touraine;

E) Terrasse de 35-40 m., bien développée dans le bassin de Digoin, le Bourbonnais, la Sologne, l'Anjou et la région nantaise;

F) Terrasse de 15-20 m., se retrouvant dans les vallées affluentes.

Ces constatations sont d'un vif intérêt et permettent des synchronismes assez précis. — Pour les niveaux de 55-60 m., ainsi que pour ceux de 15 m., on obtient entre les régions atlantiques et méditerranéennes une concordance indiscutable. Pour le niveau de 35 m., la différence est minime et, écrit l'auteur, « la précision n'est pas telle qu'on ne puisse admettre le synchronisme des deux terrasses correspondantes ».

Les résultats obtenus paraissent bien indiquer que le niveau de l'Atlantique et de la Manche a subi au Pliocène et au Quaternaire des *oscillations en tout comparables* à celles du niveau de la Méditerranée.

Synthétisant ces diverses observations et les complétant par d'autres obtenues par plusieurs savants à Gibraltar, au Portugal et sur les côtes africaines, l'éminent doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, M. Charles Depéret[1], a tenté un essai de coordination géologique générale des temps quaternaires.

Il distingue dans le Quaternaire marin quatre étages, dont les caractères se résument ainsi :

I. *Etage sicilien*, correspondant à la ligne de rivage de 90-100 m. La faune méditerranéenne se distingue de celle du Pliocène supérieur par l'extinction d'un grand nombre d'espèces pliocènes, et par le maximum de la fréquence d'espèces de l'Atlantique séparé et septentrional déjà apparues dans le Pliocène.

Sur les côtes atlantiques, on peut rapporter à ce niveau la plate-forme d'abrasion à Gibraltar (87 m.) et des plages à 100 m. entre Mogador et Agadir (L. Gentil).

II. *Etage milazzien*, répondant à la ligne de rivage de 55-60 m. Le véritable cachet de la faune méditerranéenne consiste dans l'exubérance de taille et d'ornementation que prennent plusieurs espèces représentées dans la Méditerranée actuelle par des formes plus petites et moins épaisses.

L'étage paraît représenté sur les côtes de l'Atlantique par la plate-forme d'abrasion à 53 m. et le banc d'Huîtres à 57 m. de Gibraltar, ainsi que par le gisement du cap d'Espichel à 62 m. et les sables jaunes d'Ouet-Tizi (Maroc).

III. *Etage tyrrhénien*, correspondant à la ligne de rivage de 28-30 m. et désignant les couches à *Strombus mediterraneus* (= *Str. bubonius* actuel). Ces couches constituent, sur tout le pourtour de la Méditerranée, un horizon caractérisé par la migration dans cette mer d'une faune chaude à affinités subtropicales et dont les espèces vivent encore sur les côtes atlantiques africaines. L'étage se caractérise dans l'Atlantique par les plages de 25 et 27 m. de Gibraltar, par le gisement de 25 m. au cap d'Espichel et par la plage également à 25 m., au sud du cap Timris (Mauritanie).

IV. *Etage monastirien*. Il répond à la ligne de rivage de 18-20 m. Les dépôts littoraux de cet étage ont une faune presque identique à celle de l'étage tyrrhénien, sauf *Natica Tortoni* qui n'a pas encore été trouvée dans ce quatrième étage.

Sur les côtes atlantiques appartiennent à ce niveau la ligne de rivage avec Balanes à 16-17 m., à Gibraltar, le gisement de 15 m. au cap d'Espichel, ainsi que les plateaux du cap Blanc et de la baie du Lévrier à 20 m. (Mauritanie).

Après ce dernier étage, les lignes de rivage se sont abaissées au niveau actuel.

Cet essai de classification a vivement intéressé les géologues et méritait d'être connu. Il reste maintenant à synchroniser ces étages avec ceux établis par Penck et Bruckner, d'après les oscillations glaciaires.

Dans une seconde partie, nous examinerons quelques travaux récents de Tectonique et de Géologie régionale.

J. Révil,
Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

1. Ch. Depéret : Essai de coordination géologique des temps quaternaires. *C. R. Acad. des Sc.*, t. CLXVI, p. 20, 25 mars 1918, et p. 636, 22 avril 1918.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Hancock (H.), *Professeur de Mathématiques à l'Université de Cincinnati.* — **Elliptic Integrals.** — *1 vol. in-8° de 104 p. avec 20 fig. de la collection* Mathematical Monographs (n° 18). (*Prix cart. : 6 sh.*) *Chapman and Hall, Londres, et John Wiley and sons, New-York*, 1917.

Cette petite monographie des intégrales elliptiques est basée sur la théorie de Legendre-Jacobi et se borne à la résolution des intégrales de première et de seconde espèce. L'auteur, au cours de son exposé, donne un assez grand nombre d'exemples et de problèmes, et termine par trois tables d'intégrales empruntées à la « Théorie des fonctions elliptiques » de Lévy.

Blanchet (Capitaine), *Professeur au Cours pratique d'Artillerie à tracteurs.* — **Cours d'Automobilisme appliqué.** — *1 vol. in-8° de 211 p. avec 191 fig.* (*Prix : 6 fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

Ce cours d'automobilisme, professé au Centre d'organisation d'artillerie automobile de Vincennes, débute par la nomenclature des diverses parties composant le véhicule automobile à moteur et à transmissions mécaniques. Il décrit ensuite le châssis et développe spécialement l'étude des divers moteurs employés, avec le calcul de leur puissance.

Viennent ensuite les chapitres sur le système de graissage, le système de refroidissement, le système de carburation, le système d'allumage, les organes de transmission (embrayage, changement de vitesse, chaînes, cardan, différentiel), les organes d'utilisation (roues et bandages, direction), les jambes de force, les bielles de poussée, les ressorts et amortisseurs, les freins, les tracteurs de l'artillerie et les voitures Ford, la traction et l'adhérence, la conduite, les difficultés de la route, etc.

L'ouvrage se termine par l'indication des règles techniques d'utilisation et de conduite et des règles tactiques d'emploi et d'utilisation des unités automobiles.

C. M.

2° Sciences physiques

Rodet (Julien), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Notions d'Acoustique. Instruments de Musique. Le Télharmonium.** — *1 vol. in-8° de* IV-*96 pages avec 34 fig.* (*Prix : 3 fr. 50.*) *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1917.

Cet ouvrage a été écrit pour les personnes qui, à des titres divers, s'intéressent à l'art de la Musique, afin de leur exposer d'une façon simple et succincte les principales notions relatives aux sons, à leurs propriétés et à leur production.

Le chapitre premier a pour objet la production du son, sa propagation dans l'air et dans différents milieux, sa mesure.

Le deuxième chapitre expose les lois de vibration des corps sonores : cordes, verges et tuyaux.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude du son musical. Il comprend la définition de la hauteur, de l'intensité et du timbre d'un son musical ; l'étude des différentes échelles musicales et des divers intervalles ; les représentations écrites des sons.

Le quatrième chapitre a pour objet la description sommaire des principaux instruments de musique : instruments à cordes, instruments à vent en bois et en cuivre, orgue à anches simples ou harmonium, orgue à tuyaux.

Enfin le cinquième chapitre est consacré à la description d'un orgue complètement électrique, le télharmonium, instrument américain remarquable et d'une puissance extraordinaire.

Tilden (Sir William A.), *F. R. S.* — **Sir William Ramsay**, K. C. B., F. R. S. MEMORIALS OF HIS LIFE AND WORK. — *1 vol. in-8° de 311 pages avec 2 fig. et 5 pl.* (*Prix : 10 sh.*) *Macmillan and Co, éditeurs, Londres*, 1918.

La littérature anglaise est excessivement riche en biographies ; il est peu de personnages ayant joué quelque rôle dans l'activité nationale auquel une main pieuse, parent ou ami, ne consacre après sa mort, non pas un simple article de journal ou de revue, mais un volume parfois étendu. L'illustre chimiste que la Grande Bretagne a perdu il y a deux ans, Ramsay, ne pouvait faire exception à la règle, et sa vie et son œuvre ont trouvé dans Sir William A. Tilden un chroniqueur de choix, qu'une connaissance de plus de 35 années liait au savant disparu ; il a été aidé dans sa tâche par les souvenirs de la famille et de plusieurs amis du défunt et il a eu en communication une partie de la volumineuse correspondance que Ramsay entretenait en plusieurs langues avec un grand nombre de savants.

Les grandes étapes de la carrière de Ramsay sont bien connues de nos lecteurs ; M. le Prof. Ph.-A. Guye les a récemment retracées ici-même[1]. On les retrouvera avec plus de détails dans le présent ouvrage, dont voici les grandes subdivisions : Enfance et jeunesse, A l'Université, La période de Bristol, University College (1887-1894), Les gaz de l'atmosphère, Travaux sur le radium, Dernières années, Idées sur l'enseignement, Notes de voyages, La fin. Mais ce qu'on appréciera plus encore, c'est la richesse de souvenirs sur le savant et l'homme privé, qui font de la lecture de l'ouvrage une des plus attachantes qui se puissent goûter. Glanons-y quelques traits au hasard.

Comme la plupart de ses compatriotes, Ramsay avait été entraîné de bonne heure aux exercices physiques. C'était un grand marcheur, abattant sans difficulté ses 60 kilomètres dans une journée, et de plus un excellent alpiniste. C'était un rameur non moins émérite, qui, lorsqu'il passait ses vacances en Ecosse, parcourait dans les « loch » jusqu'à 30 km. d'une seule traite. « C'était enfin, raconte son ami H. B. Fyfe, un nageur vigoureux et gracieux, qui plongeait plus loin que tous les amateurs que j'ai connus. Quand nous étions à Paris en 1876, nous avions l'habitude d'aller chaque matin à quatre à l'un des bains de la Seine. Nous fûmes vite connus. Aussi, quand Ramsay se préparait à plonger, le maître nageur en faisait vite part à la ronde, et tout l'établissement, y compris les lavandières des environs, se rassemblait pour regarder. Il plongeait sous toute l'étendue du bain et quelquefois se retournait sous l'eau et revenait en arrière jusqu'à mi-chemin. »

L'amour des exercices de plein air s'alliait chez Ramsay à celui des voyages. Il visita soit pour son propre plaisir, soit à l'occasion de Congrès internationaux, de missions ou de conférences qu'il était appelé à donner, presque toute l'Europe, l'Islande, le Canada, les Etats-Unis, les Indes. Il appréciait particulièrement les longues traversées en mer : il fit même une fois, dans ce simple but, le voyage aller et retour d'Angleterre au Brésil, avec quelques jours d'arrêt seulement à Rio-de-Janeiro.

Ses déplacements lui étaient facilités par un don des langues très remarquable : il parlait et écrivait couramment, outre sa langue maternelle, le français, l'allemand

1. *Rev. gén. des Sc.* du 30 oct. 1918, p. 567 et suiv.

et l'italien, mais il pouvait aussi s'exprimer suffisamment dans plusieurs autres idiomes. On jugera de la façon dont il pratiquait le français par le fragment suivant d'une lettre adressée à son ami Louis Olivier, le regretté fondateur de cette revue :

« Nous voilà ici (en Ecosse) depuis une douzaine de jours, et j'ai passé presque tout le temps sur les sommets avec mon collègue, le Prof. Ker, de University College. Il professe la littérature, et j'échappe à la science pendant qu'il est mon camarade. Il y a un soupçon de danger dans nos expéditions, ce qui nous donne une excitation agréable. Et l'exercice nous fait respirer une grande quantité de mon nouveau gaz (l'argon) ; de sorte que je fais sa connaissance d'une manière des plus agréables. »

Ce qui faisait le charme de sa correspondance et de sa conversation, c'était son humour inépuisable, qui reparaissait parfois même au milieu des plus graves sujets. En voici quelques exemples :

Du Havre, où il assistait en 1877 à un Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, il écrit à son ami Dobbie : «... J'ai fait la connaissance de toute une série de chimistes, et j'ai rencontré un vieil Hollandais, nommé Gunning, ravi de trouver quelqu'un qui partage ses idées sur la matière, la combinaison chimique, etc. Nous avons excursionné ensemble toute la journée d'hier, et parlé sans discontinuer français et allemand alternativement. Quand nous désirions être particulièrement clairs et précis, le français venait de lui-même. Pour les déclarations énergiques et véhémentes, l'usage de l'allemand s'imposait. On ne peut pas dire en français « Potzteufel ! » ou encore « Donnerwetter potztausend sacramento ! ».

Et le récit de sa première rencontre avec Mendéléeff, à un dîner offert à Perkin, le créateur du premier colorant d'aniline : « J'arrivai de très bonne heure et passais le temps à regarder sur les menus les noms des convives, quand un étranger singulier, la chevelure en désordre, arriva en saluant. Je l'abordai : « Nous aurons, je crois, une assistance de choix. » Il m'interrompit : « I do not spik English. » J'ajoutai : « Vielleicht sprechen Sie Deutsch ? » Il répondit : « Oui, un peu. Je suis Mendéléeff. » Je ne répliquai pas : « Je suis Ramsay », mais : « Je me nomme Ramsay », ce qui était peut-être plus modeste. Nous restâmes une vingtaine de minutes avant l'arrivée d'autres convives, et nous nous entretînmes cordialement. C'est un brave homme, mais son allemand n'est pas parfait. Il dit qu'il a été élevé dans la Sibérie orientale et n'a pas connu de Russes avant l'âge de 17 ans. Je suppose que c'est un Kalmouck, ou quelqu'autre de ces êtres rustiques. »

Le grand intérêt de la vie de Ramsay fut toujours et uniquement la recherche scientifique. Bien qu'il ait fait campagne pour obtenir certaines améliorations de la législation sur l'enseignement universitaire en Angleterre, les choses de la politique le laissaient profondément indifférent. J'ai retrouvé l'écho de ce sentiment dans une autre lettre à L. Olivier : « Je vois dans les journaux que M. Berthelot est devenu ministre des Affaires étrangères. C'est un homme prodigieux. Ce que j'admire chez vous, c'est la versatilité de vos hommes de premier rang. Que pense-t-il gagner par cette position ? La science y perdra certainement... Je suis toujours de l'opinion que la politique est un jeu qui ne peut pas se comparer à la science ; car l'une passe, et ne laisse aucune trace, tandis que l'autre dure. Mais les goûts diffèrent. »

Non moins que par les qualités de l'esprit, Ramsay a brillé par celles du cœur. « Il n'a jamais fermé l'oreille, dit son biographe, à aucune plainte digne de pitié. » Sa bienveillance et sa charité étaient sans affectation et sans propre justice. Sir Tilden cite de lui le trait suivant, entre bien d'autres : «Un de ses amis avait été malheureux en affaires ; il se mit à boire et tomba de plus en plus dans l'échelle sociale. Il émigra ensuite en Amérique. Beaucoup d'autres auraient été heureux d'être ainsi débarrassés d'un ami qui pouvait devenir gênant. Ce n'était pas la manière de Ramsay. Quand il visita les Etat-Unis, il se mit à sa recherche et fit tout ce qui lui était possible pour le relever. »

On voit par ces quelques indications tout l'intérêt de l'ouvrage que sir W. A. Tilden a consacré à son illustre compatriote ; la 2e édition, qui vient de paraître, ne saurait manquer de trouver en France de nombreux lecteurs.

Louis Brunet.

3° Sciences naturelles

Fauchère (A.), *Inspecteur principal d'Agriculture coloniale, adjoint au chef de la Mission permanente d'Agriculture coloniale.* — **Guide pratique d'Agriculture tropicale. I. Principes généraux.** — *1 vol. in-8° de 158 pages. Augustin Challamel, éditeur. Paris,* 1918. (*Ouvrage honoré d'un prix de la fondation Lucien de Reinach.*)

Avant la guerre, la France achetait annuellement à l'étranger pour plus de six milliards de francs de produits végétaux exotiques, dont une bonne partie aurait pu lui être fournie par ses propres colonies. En consultant les statistiques, on peut voir que la part des denrées coloniales fournies à la métropole par ses possessions d'outre-mer, minime pour quelques-unes d'entre elles, était presque nulle pour les autres.

On a malheureusement cru, pendant longtemps, que la colonisation consistait dans l'exploitation des richesses naturelles d'un pays, ce qui devait avoir pour conséquence, au bout d'un temps plus ou moins long, l'épuisement des productions spontanées, même les plus abondantes, concurrencées d'ailleurs par les produits de cultures intensives établies dans les colonies étrangères. Les exemples fournis par les arbres à quinquina, les arbres à caoutchouc sont trop connus pour qu'il soit besoin d'insister sur ce point. Aussi peut-on dire que, seule, la culture rationnelle nous permettra de créer des richesses et de fournir à la Métropole des produits de plus en plus abondants, de plus en plus parfaits.

Une erreur à combattre, c'est l'idée qui consiste à croire qu'on peut s'improviser agronome colonial avec des capitaux, de l'intelligence et de l'activité ; car ces facteurs, si précieux qu'ils soient, restent inefficaces si l'on est ignorant des modalités de la vie des plantes dans les pays chauds, si différentes de celles des pays tempérés, et mal préparé en ce qui concerne la technique agricole.

Le premier volume du *Guide d'Agriculture tropicale*, en montrant les difficultés du problème à résoudre, indique les moyens d'en obtenir la solution.

Dans le premier chapitre, *Les facteurs de la production agricole*, l'auteur traite du sol, dont la fertilité s'épuise si rapidement sous l'action des abondantes précipitations d'eau des pays tropicaux, surtout dans les parties où l'on défriche les forêts pour y établir des cultures, en l'absence de mesures appropriées aux lieux et aux circonstances.

L'étude du climat, qui vient ensuite, est suivie de quelques pages judicieuses sur l'un des principaux éléments de succès de la colonisation : le *capital*. L'auteur insiste avec raison sur ce fait que c'est à l'importance des capitaux dont elles disposent que les colonies étrangères doivent leur prospérité; nous espérons avec lui que les Français n'hésiteront pas à donner leur concours financier lorsqu'ils auront la certitude de trouver dans nos possessions des terres de fertilité reconnue, à portée des voies économiques, une main-d'œuvre compétente suffisamment rémunérée pour en tirer tout ce qu'on est en droit d'en attendre, une administration bienveillante, attentive à servir les grands intérêts du pays.

Les questions *personnel* et *outillage agricole* complètent cette partie du livre, en montrant la nécessité de développer de plus en plus l'emploi des machines, aussi perfectionnées que possible, pour les travaux de la terre et la préparation des produits.

Le chapitre II, *appropriation du sol à la culture*, traite

des défrichements, aménagements, desséchement, défoncement, drainage, chemins, bâtiments.

Dans le chapitre III, l'auteur parle de *l'entretien des cultures* : lutte contre la pluie dans les régions humides et de son utilisation rationnelle dans les pays secs ; de l'hygiène des plantations; de l'emploi des matières fertilisantes, engrais chimiques, etc.

Depuis la publication de ce livre, M. Fauchère a été promu aux hautes fonctions d'Inspecteur général de l'Agriculture à Madagascar. Ancien élève de l'Ecole nationale d'Horticulture et du Muséum d'Histoire naturelle, chargé de missions à l'étranger, il a acquis une solide expérience basée sur plus de vingt années d'études dans les pays chauds; aussi était-il particulièrement qualifié pour traiter de questions auxquelles sont intimement liés les données de la science et les enseignements de la pratique agricole.

D. Bois,
Assistant au Muséum d'Histoire naturelle,
ex Professeur à l'Ecole coloniale.

4° Sciences diverses

Sedgwick (W. T.), *Professeur de Biologie*, et **Tyler** (H. W.), *Professeur de Mathématiques au Massachusetts Institute of Technology*. — **A short history of Science.** — *Un vol. in 8° de XIV-474 p. avec 9 pl. hors texte. (Prix : 12 fr. 50.) The Macmillan Company, éditeur. New-York*, 1918.

Dans ce livre, résumé d'une série de conférences données depuis plusieurs années aux auditeurs bénévoles de l'Institut technologique du Massachusetts, MM. Sedgwick et Tyler se proposent de donner un aperçu général des connaissances scientifiques à travers les âges et de leur influence sur le progrès général de l'humanité.

Le volume débute par un coup d'œil sur les *premières civilisations* (ch. I), depuis les temps préhistoriques jusqu'à la naissance des *Mathématiques* chez les Orientaux auxquels ils consacrent le chapitre II. Comme on le sait, de récentes découvertes archéologiques montrent que le niveau scientifique des Chaldéens, des Phéniciens et des Babyloniens était peu élevé; ils possédaient, en particulier, certaines notions géométriques et astronomiques, mais, sous ce rapport, leur degré de culture ne saurait se comparer à celui des Egyptiens, véritables initiateurs des Grecs en Mathématique. Ces derniers, tout en inventant une numération écrite plus perfectionnée, en simplifiant les procédés de multiplication et de division, conservèrent les méthodes qui avaient d'abord fleuri sur les bords du Nil. Elles survécurent durant de longs siècles, elles furent même enseignées exclusivement dans les écoles élémentaires du monde civilisé jusqu'à la chute de l'empire byzantin.

Les pages suivantes de l'ouvrage (chapitres III à IV) nous initient à l'évolution de la *science hellène* jusqu'à son déclin. Elle prit naissance, ainsi que nous l'indiquions ci-dessus, sur la terre des Pharaons, d'où les Thalès, les Platon, les Archimède et autres philosophes qui allèrent s'instruire auprès des prêtres égyptiens en rapportèrent les principes élémentaires. Le courant se propagea ensuite en Sicile et dans le sud de l'Italie, repassa à nouveau la mer Egée pour se fixer enfin à Alexandrie, qui, grâce aux Euclide, aux Apollonius, aux Pappus et aux Diophante, fut pendant longtemps la lumière du monde.

Quant aux Romains, ils ne s'arrêtèrent guère aux spéculations de la science pure. Comme le montrent MM. Sedgwick et Tyler dans le chapitre VII, ils se tournèrent plutôt vers les applications scientifiques. Leur Géométrie se bornait aux notions nécessaires aux arpenteurs (*agrimensores*). Mais l'architecte Vitruve, l'ingénieur hydraulicien Frontin, le géographe Strabon, le naturaliste Pline l'ancien, le médecin Galien, le mathématicien Boèce qui établit « le pont entre l'antiquité et les temps modernes », ainsi que divers techniciens latins de moindre importance, furent de remarquables initiateurs, chacun dans sa spécialité.

Après avoir étudié la contribution peu importante qu'apportèrent les Hindous au progrès scientifique, les auteurs de cette *short history* montrent l'influence de la science arabe sur la civilisation en Europe (ch. VIII). Au Moyen Age, en effet, l'Occident latin vécut presque dans l'ignorance et ne sortit de sa barbarie qu'après huit siècles d'obscurité intellectuelle, grâce aux Musulmans. Les connaissances mathématiques, astronomiques et médicales s'implantèrent d'abord en Espagne, où les Maures s'étaient fixés dès 747. Durant cette période, se fondèrent les Universités de Grenade et de Cordoue, pâles reflets de celle de Bagdad où professèrent, entre autres, Al-Kwarizmi et Al-Batani surnommé non sans raison le « Ptolémée des Arabes ».

A notre avis, les auteurs n'insistent pas assez dans le chapitre IX sur le rôle important que jouèrent les *précurseurs*, auxquels cependant le regretté P. Duhem, en particulier, s'est efforcé de rendre justice, dans de remarquables notes ou mémoires. Sans doute, les découvertes des Jean de Sacrobosco, des Tartaglia ou des Cardan furent vite dépassées par celles des Viète, des Descartes et des Newton; mais ces pionniers, obscurs quoique très utiles, facilitèrent singulièrement les grandes conquêtes scientifiques du XVIIe siècle. L'historien qui décrit le monument achevé a-t-il le droit d'oublier les modestes ouvriers qui en construisirent les assises ?

Ces légères critiques formulées, nous pouvons louer sans réserves les pages suivantes (chapitres X à XIII) que MM. Sedgwick et Tyler consacrent au véritable âge d'or des sciences. Copernic, Tycho-Brahé, Képler et Galilée renouvellent l'Astronomie, tandis que Descartes invente la Géométrie analytique, Harvey découvre la circulation du sang, Leibniz et Newton imaginent le Calcul infinitésimal. Fermat va « plus loin que ses successeurs » dans ses recherches sur les nombres, Pascal crée le Calcul des probabilités, la Chimie se perfectionne; on construit les premiers instruments d'observations physiques : télescope, baromètre, thermomètre, microscope, machine pneumatique, etc. Le Hollandais Huyghens se range non seulement parmi les grands astronomes et mathématiciens, mais parmi les « opticiens de génie ». Quelle admirable succession de découvertes, quoique notre énumération soit bien incomplète !

Le chapitre XIV nous initie aux grands progrès des sciences physiques et naturelles de 1700 à 1800. Nous assistons d'abord à la naissance de la véritable Chimie avec Priestley et Lavoisier. De son côté, Buffon popularise l'Histoire naturelle ; un peu plus tard, Franklin établit les premières notions exactes sur l'électricité et invente le paratonnerre, Watt perfectionne la machine à vapeur, etc.

L'étude des *tendances modernes des Mathématiques* fait l'objet du chapitre XV. Les professeurs du Massachusetts Institute y passent successivement en revue les travaux d'Euler, de Laplace et de Lagrange, la géométrie non euclidienne, la découverte de Neptune, etc. C'est un résumé forcément incomplet et un peu « à bâtons rompus » de l'immense activité des savants de cette époque ; de même l'histoire de la Physique et des Sciences naturelles, au cours du XIXe siècle, se trouve très écourtée (chapitres XVI et XVII). Les auteurs mettent seulement en relief quelques idées ou nouveautés importantes introduites pendant cette période dans le domaine scientifique, comme l'énergie, le principe de Carnot, l'analyse spectrale, les atomes, les molécules et la valence, la doctrine de l'évolution (Lamarck, Darwin et leurs successeurs), les découvertes physiologiques de Claude Bernard, de Lister et de Pasteur, etc.

En définitive, si les 14 premiers chapitres de l'ouvrage constituent un intéressant résumé de l'histoire de la science jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, MM. Sedgwick et Tyler nous paraissent avoir traité trop brièvement la période contemporaine, de beaucoup la plus importante cependant pour le programme qu'ils s'étaient tracé !

Jacques Boyer.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Décembre 1918

1° Sciences mathématiques. — M. Ch. **Frémont** : *Nouvelle machine pour mesurer la résistance de la fonte par la méthode du cisaillement.* Pour se bien renseigner sur la qualité d'une pièce finie, il est indispensable d'extraire les éprouvettes de la pièce même qui sera utilisée; pour cela, il faut que les dimensions de cette éprouvette soient très réduites pour en permettre la prise dans les diverses parties de la pièce finie sans nuire à son utilisation. Ainsi on peut profiter des trous devant servir à l'ajustage de la pièce; en les perçant avec le trépan, on réserve au centre du trou un petit cylindre de métal qui, détaché ensuite par le procédé des deux tubes excentrés, donne l'éprouvette cylindrique. Ces éprouvettes sont essayées au cisaillement au moyen d'une machine construite sur le principe de la romaine et constituée par un levier du second genre qui appuie sur la lame mobile de la cisaille et transmet l'effort croissant avec l'avancement sur le levier du curseur chargé, jusqu'à la rupture brusque par cisaillement de l'éprouvette.

2° Sciences naturelles. — M. Ch. **Gorceix** : *Corrélation probable, d'après la théorie de l'isostasie, des déplacements des niveaux de base et des oscillations des fronts glaciaires.* En appliquant la théorie de l'isostasie d'Hayford aux glaciers, l'auteur montre que la cause des variations du niveau de base est l'avance et le recul du glacier; toutefois, il y a réciprocité, au moins partielle: l'enfoncement du voussoir glaciaire y élève les isothermes et provoque la fusion; ce résultat suffit à peu près à expliquer les oscillations glaciaires. — M. M. **Molliard** : *Sur la vie saprophytique d'un* Entomophthora (E. Henrici *n. sp.*). Les nombreuses espèces d'*Entomophthora* et d'*Empusa*, qui vivent sur des insectes, étaient regardées jusqu'à présent comme des parasites nécessaires parce qu'on n'avait pu réaliser leur développement sur des milieux inertes. L'auteur a trouvé sur un *Culex pipiens* un *Entomophthora* nouveau, dont il a réussi à obtenir des cultures pures sur des milieux assez variés : cadavres de chenilles stérilisés, foie de bœuf cuit à l'autoclave, etc. Les caractères du champignon, dans ces conditions de vie saprophytique, sont essentiellement les mêmes que ceux qu'il présente sur le *Culex pipiens*. — M. F. X. **Skupienski** : *Sur la sexualité chez une espèce de Myxomycète Acrasiée,* Dictyostelium mucoroides. L'auteur a cultivé le *Dictyostelium mucoroides* sur décoction de foin additionnée de gélose. La spore germe en donnant naissance à une myxamibe qui émet des pseudopodes, se déplace, se nourrit de bactéries et se multiplie par caryocinèse. Les myxamibes, en grandissant, présentent un noyau en demi-lune ou en croissant; puis ils se groupent deux par deux, et cet accouplement est suivi d'une fusion qui ne s'opère qu'à l'obscurité. Il se forme ainsi un œuf ou zygote, qui ultérieurement développera un appareil sporifère. — M. L. **Roule** : *Sur l'état des saumons reproducteurs pendant leur migration de ponte dans les eaux douces de notre pays.* L'auteur conclut de ses recherches que la grande majorité des saumons qui remontent nos fleuves passent au préalable, en eau douce, une période juvénile ou d'alevinage, égale à 2 ans; après quoi ils descendent à la mer, l'habitent et y grandissent pendant 2 à 4 ans; puis, ayant alors 4 à 6 ans, ils reviennent aux eaux douces pour s'y reproduire. Cette migration de ponte est unique chez la plupart des individus. Les saumons de 3e et de 4e année montrent une prépondérance numérique évidente des mâles, et ceux de 5e et 6e année une prépondérance des femelles. — M. E. **Roubaud** : *Rythmes physiologiques et vol spontané chez* l'Anopheles maculipennis (voir p. 4). — M. F. d'**Hérelle** : *Sur le rôle du microbe filtrant bactériophage dans la dysenterie bacillaire.* L'auteur a décrit antérieurement un microbe filtrant trouvé dans les déjections de convalescents de dysenterie bacillaire. Ce microbe est doué de propriétés bactériophages vis-à-vis du bacille de Shiga; c'est à son action qu'est due la guérison spontanée de la maladie. Le microbe bactériophage préexiste dans l'intestin, où il vit normalement aux dépens du *B. coli*. Ses cultures jouissent d'un pouvoir préventif et curatif dans la maladie expérimentale chez le lapin; aussi semble-t-il logique de les administrer à l'homme atteint de dysenterie bacillaire.

Séance du 16 Décembre 1918

M. H. **Deslandres** est élu vice-président de l'Académie pour l'année 1919. — M. A. **Rateau** est élu membre de la Division des applications de la Science à l'Industrie. — M. **Waddell** est élu Correspondant pour la Section de Mécanique. — Sir **David Bruce** est élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie.

1° Sciences physiques. — M. M. **Hamy** : *Sur la diffraction des images solaires.* L'auteur a montré antérieurement que le bord optique de l'image solaire, considéré aux extrémités de l'axe de symétrie D, est notablement plus tranché en observant le Soleil avec une lunette munie d'un diaphragme percé d'une fente très étroite, de longueur égale au diamètre de l'objectif, qu'en utilisant la totalité de sa surface. Il a reconnu depuis que le bord optique devient de plus en plus tranché quand on augmente l'écartement des lèvres de la fente, tout en lui conservant une largeur suffisamment petite. — M. R. **Swyngedauw** : *Sur la résistance et la réactance effectives d'un câble armé triphasé pour les harmoniques 3 du courant.* Pour les câbles étudiés par l'auteur, la résistance effective linéique pour la fréquence 50 par sec. était environ 14 fois plus grande que la résistance ohmique en courant continu. La résistance varie avec la fréquence suivant une loi sensiblement linéaire : $r = a + bF$, a et b étant des constantes (variant avec le courant). La réactance linéique x suit des lois analogues; elle est environ les 0,8 de la résistance linéique. On remarquera l'effet amortisseur énergique des protecteurs métalliques du câble pour les harmoniques 3. C'est sans doute à cette action si efficace qu'on doit d'avoir si peu de surtensions à déplorer, malgré l'importance et la fréquence des cas où l'harmonique 3 entre en jeu. — M. G. A. **Le Roy** : *Sur un mode d'embaumement mercuriel à l'époque médiévale.* L'auteur a analysé la matière solide noirâtre, parsemée de nombreux globules de mercure, qui a servi à l'embaumement du duc de Bedford en 1435. C'est un onguent balsamo-mercuriel, renfermant du mercure libre; ce procédé de conservation des cadavres est resté insoupçonné des auteurs qui ont traité de l'histoire des embaumements.

2° Sciences naturelles. — M. Ch. **Depéret** : *Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires.* L'auteur étudie les lignes de rivage quaternaires des côtes méridionales de l'Angleterre. Ses observations l'amènent à admettre une assez large jonction de l'Angleterre et de la France pendant les époques *sicilienne* et *milazzienne*, représentées seulement par des plaines côtières aux altitudes de 100 m. et de 60 m. environ. A l'époque *tyrrhénienne*, la Manche formait un assez grand golfe atlantique allant au moins jusqu'à la hauteur de l'estuaire de la Somme, mais séparé de la mer du Nord par un isthme de jonction encore assez large. A l'époque *monastirienne*, la continuité des dépôts marins de la ligne de rivage de 20 m. révèle une

géographie à peu près identique à l'actuelle. Toutefois le passage en Angleterre de la faune froide d'animaux terrestres du Quaternaire supérieur doit être l'indice d'une phase de régression, qui se place soit au début, soit à la fin du Monastirien. — M. **J. de Lapparent** : *De l'élaboration de silice et de calcaires siliceux par les algues du groupe des* Girvanella. L'auteur a observé que, dans les calcaires granuleux de la base du Crétacé supérieur pyrénéen, l'action des algues du groupe des *Girvanella* ne se borne pas à la production de cristaux d'albite (voir t. XXIX, p. 718), mais qu'elle aboutit à la formation de silice (calcédoine) et à la transformation d'organismes calcaires en organismes siliceux; le terme intermédiaire est un métasilicate alumino-calcique. Cette action des algues se retrouve encore dans les dépôts daniens et éocènes. — Mme **V. Ch. Gatin** : *Sur la structure du pédoncule des fleurs des Liliacées.* L'auteur montre que l'étude anatomique du pédoncule floral des Liliacées permet de distinguer anatomiquement les divers genres de cette famille, ainsi que les diverses espèces d'un même genre. Les simples variétés d'une même espèce ne possèdent pas de caractères distincts dans la structure du pédoncule. — M. **G. André** : *Répartition des éléments minéraux et de l'azote chez le végétal étiolé.* L'auteur a déterminé les proportions de matières minérales et d'azote qui, pendant l'étiolement, passent des cotylédons de haricot dans la plantule. La chaux demeure en grande partie dans les cotylédons, comme si elle y était sous une forme peu diffusible. La magnésie passe dans les plantules en plus forte proportion que la chaux. La potasse est, de toutes les bases, celle qui émigre le plus complètement hors des cotylédons. Les trois quarts environ de l'azote et de l'acide phosphorique ont abandonné les cotylédons et se sont transportés vers les plantules. — M. **J. Chaine** : *Considérations sur la constitution du système musculaire général des Vertébrés.* Quelle que soit la région d'un Vertébré qu'on examine, et quels que soient les accidents d'organisation qu'on y puisse rencontrer (côtes, ceintures des membres, etc.), toujours et partout existe une couche musculaire pariétale, continue, nettement métamérisée et s'étendant avec les mêmes caractères généraux de l'arc mandibulaire à l'extrémité terminale du corps; les muscles qui la constituent se poursuivent régulièrement les uns dans les autres et passent, normalement ou accidentellement suivant le cas, d'une région à la voisine. Cette couche musculaire, pariétale et uniforme, constitue ainsi une sorte de fourreau général contenant les viscères. — M. **Ch. J. Gravier** : *Sur l'adaptation du pied au milieu ambiant chez les Actinies des grands fonds sous-marins.* Chez les Actinies des grandes profondeurs sous-marines, l'une des particularités les plus curieuses, au point de vue biologique, est offerte par la plasticité du pied ou sole pédieuse qui permet à ces animaux de s'adapter à des conditions de milieu très variées : fonds vaseux, tube de Sabelliens, spicules d'Eponges, tiges d'Alcyonnaires arborescentes, Holothurie abyssale. — MM. **Alezais** et **Peyron** : *Sur les caractères et l'origine d'un groupe de tumeurs rapportées à tort à la classe coccygienne de Luschka.* Les anatomo-pathologistes allemands ont décrit sous le nom de *périthéliomes* un groupe de tumeurs sacro-coccygiennes dont ils rapportent l'origine aux éléments périvasculaires de la glande coccygienne. Les auteurs ont reconnu que ces prétendus périthéliomes sont des néoplastes d'origine neuro-épithéliale qui paraissent provenir des vestiges du segment caudal de la moelle épinière signalés par Tourneux et Hermann.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Novembre 1918

M. **H. Piéron** : *Des différents types d'exagération réflexe.* Dans l'exagération simple, type normal avec secousse classique. Dans le cas d'atonie, la réponse est monoclonique; dans l'hypertonie, la secousse peut faire défaut; dans la tendance au clonus, la réponse comporte plusieurs secousses successives. Dans les cas d'irritation médullaire, la percussion obtient un spasme tétanique. Dans le clonus complet, les secousses des groupes musculaires alternent régulièrement et aboutissent à une trépidation vibratoire. La percussion tendineuse, au cours d'un clonus durable, peut susciter une réponse semblable à celle du réflexe musculo-tendineux. — MM. **E. Weill** et **G. Mouriquand** : *Action des rayons X sur les grains d'orge et carence.* De fortes doses de rayons X, bien que troublant la germination des grains d'orge, ne paraissent pas capables de les carencer ni d'altérer leur pouvoir nutritif. — M. **A. Pettit** : *Sérothérapie de la poliomyélite.* L'auteur formule les bases d'une sérothérapie de la poliomyélite. En injectant des moelles et des cerveaux poliomyélitiques, le sérum acquiert des propriétés neutralisantes contre le virus de la poliomyélite. — M. **M. Corrales** : *Vaccination contre la spirochétose ictérohémorragique.* En injectant à intervalles espacés de plusieurs jours des cultures virulentes, on parvient à vacciner le cobaye; il résiste alors à de fortes doses de virus et son sérum renferme une immunisine, une lysine et une agglutinine. La phagocytose est renforcée. — M. **C. Botelho** : *Recherches expérimentales sur le cancer.* L'auteur a appliqué aux souris le procédé d'inoculation du cancer avec gélose; il ne peut préciser s'il a affaire à un cancer expérimental ou à une série de cancers développés spontanément chez les souris ayant présenté une tumeur. En sacrifiant des souris inoculées par ce procédé, l'auteur s'est trouvé en présence d'une culture pure d'un parasite ayant la forme d'un croissant, avec un karyosome, et paraissant se rapprocher des hémogrégarines ou des spores de coccidies. — M. **G. Seurat** : *Dimorphisme sexuel chez les Nématodes.* Il se réduit à l'existence, chez le mâle, de papilles génitales sessiles, et s'accentue dans les formes évoluées. Chez quelques Oxyures (*Tachygonetria*, *Enterobius*), le mâle est caractérisé par la brusque coupure de la queue à la hauteur de la première paire de papilles postanales. Les Nématodes parasites, issus des Nématodes libres, présentent des variations notables portant sur la longueur du corps, sur la position de la vulve, sur la forme, le nombre et la disposition des papilles génitales du mâle, sur la forme des œufs et enfin sur l'habitat. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** : *Des articulations métacarpo-phalangiennes des Carnivores et des Ongulés.* Chez les Carnivores, elles présentent une tête métacarpienne, constituant du côté plantaire un ginglyme et du côté dorsal un condyle indivis. Celles de la gazelle forment un double ginglyme. Chez tous les animaux, la portion plantaire de la capsule offre deux sésamoïdes osseux. — M. **J. Jolly** : *Différenciation des premières cellules sanguines dans l'œuf du cobaye.* Chez le cobaye, l'apparition des premières cellules sanguines est précédée par la formation d'un réseau cellulaire. Il se forme aux dépens du mésoderme extra-embryonnaire et est constitué par des cordons de cellules sanguines primitives, apparaissant aux points nodaux du réseau. On observe des cellules sanguines primitivement libres et des cavités vasculaires primitivement vides d'éléments sanguins. Au 15e jour, l'hémoglobine apparaît. — M. **M. Laignel-Lavastine** : *Histologie pathologique du ganglion de Wrisberg. Paralysie générale* : inflammation conjonctivo-vasculaire, figures de neuronophagie, déformations dendritiques en massues. *Syphilis* : infiltrations lymphocytiques. *Démence précoce* : déformation atrophique des cellules nerveuses avec augmentation du nombre des cellules satellites. *Démence sénile* : pigment intracellulaire, extrêmement abondant. *Alcoolisme* : sénilité précoce de la cellule sympathique, et dans les accidents aigus, congestion énorme et chromatolyse. *Infections aiguës* : comme dans les accidents aigus de l'alcoolisme. *Asystolie* : cellules nerveuses rétractées, et congestion inconstante. — MM. **Launoy** et **Lecène** sont élus membres titulaires de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Novembre 1918

M. A. Guillet : *Coordination géométrique des vecteurs intervenant dans la structure et la propagation de l'onde lumineuse.* M. Guillet énumère d'abord les efforts qui ont progressivement enrichi le domaine géométrique de l'Optique cristalline. La *réfraction de la lumière* a été l'objet de travaux nombreux et importants d'abord exclusivement expérimentaux. *Huyghens*, préoccupé de soumettre les particularités du phénomène à la discipline de la Mécanique, a imaginé l'*onde plane*, mais sans rien préciser sur sa structure, comme une surface assujettie à se déplacer parallèlement à elle-même avec une vitesse constante. Et dès lors l'*ellipsoïde*, de révolution autour de l'axe de symétrie supérieur du spath, à l'aide duquel il parvint à relier tous les aspects de la marche de la lumière dans le cristal, se trouva introduit comme l'enveloppe des plans d'onde se propageant dans toutes les directions à partir d'un point du milieu. *Fresnel* compléta cette vue cinématique des phénomènes de la réfraction de la lumière en tirant de l'ellipsoïde : un autre ellipsoïde ε_1, de révolution autour du même axe, réglant tout à la fois la propagation et la polarisation transversale de l'onde plane. Par cette voie, il fut possible d'étendre à tous les milieux la construction géométrique d'Huyghens : en partant, en effet, d'un ellipsoïde E_1 à axes inégaux, on obtient comme enveloppe des plans d'onde une surface du 4e degré, assez variée dans sa forme pour s'adapter à tous les cas. Fresnel, désirant rattacher la propagation et la polarisation de la lumière à la dynamique des milieux continus, ouvrit l'ère des théories élastiques de l'éther. Puis, avec *Faraday* et *Maxwell*, la lumière devint un effet de vibrations électriques de très haute fréquence : théorie électromagnétique de la lumière. Toutes ces recherches profondes ont finalement conduit à une structure assez complexe de l'onde plane, résumée par un même système de cinq vecteurs appliqués à chacun des points de l'onde : les vitesses *normale* et *radiale* de propagation et le *trièdre des amplitudes orientées* des vibrations dépositaires des diverses formes de l'énergie de l'onde. Ces cinq vecteurs sont en telle dépendance avec le milieu que l'un d'eux étant donné les autres sont tous déterminés. M. Guillet estime qu'il y aurait peut-être avantage aujourd'hui à étudier pour lui-même, dans les cours d'optique, cet édifice vectoriel de façon à prévenir les redites; à faciliter les comparaisons des résultats obtenus par des voies diverses, ou leur insertion dans l'ensemble; à éviter des calculs laborieux qui masquent la belle harmonie de l'édifice et qui répondent à des propriétés le plus souvent évidentes géométriquement. Le procédé le plus rapide et le plus clair consisterait, semble-t-il, à introduire d'emblée les ellipsoïdes E_1 et E_2, polaires réciproques par rapport à une sphère de rayon 1, puis les surfaces apsidales Σ_1 et Σ_2 de ces ellipsoïdes, surfaces que l'on peut engendrer par courbes ou par points. Les propriétés des plans tangents aux points correspondants de deux surfaces apsidales conduisent immédiatement à la génération de la *surface d'onde* et de la *surface des indices* et aux équations de ces surfaces[1]. Puis il montre comment, si l'on préfère suivre, dans son esprit, l'exposé classique de ces questions, on peut éviter les combinaisons algébriques préalables qui constituent le principal des difficultés de la méthode d'Archibald Smith. M. Guillet insiste ensuite sur une propriété dont il n'a trouvé aucune trace dans les traités et qui, entre autres conséquences, rend intuitives toutes les particularités des *réfractions coniques*. Si l'on construit les points correspondants T_1 et T_2 des ellipsoïdes E_1 et E_2; les plans tangents P_1 et P_2 en ces points; les normales OM_1 et OM_2 à ces plans, puis les plans Q_1 et Q_2 passant respectivement par OT_1 et OT_2 et normaux au plan T_1OM_1, on s'assurera sans peine que l'axe OR du plan Q_2, *rayon conjugué* du plan d'onde Q_1 pour la vibration T_1, est la projection sur le plan T_1OM_1 du diamètre conjugué $O\Delta$ du plan Q_1 par rapport à E_1 : la droite OR de T_1OM_1 et $O\Delta$ sont en effet parallèles à P_1. Si donc Q_1 coïncide avec une section cyclique de E_1, le plan T_1OM_1 pourra tourner autour de l'axe ON de la section cyclique sans que le diamètre conjugué correspondant $O\Delta$ change de position. Il suit de là que les rayons, projection de $O\Delta$ sur les plans passant par ON, forment un cône coupé suivant des cercles par les plans normaux soit à ON, soit à $O\Delta$. Il résulte encore de cette propriété et du mode de génération de la surface d'onde Σ_2 que les plans tangents à Σ_2, parallèles aux sections cycliques de E_1, touchent la surface Σ_2 suivant des circonférences. Ce qui concerne les *franges cristallines* pourrait également prendre place dans ce développement d'allure géométrique[1]. Une théorie quelconque de la réfraction se trouvera dès lors justifiée si l'on peut déduire de ses principes l'ellipsoïde fondamental E_1, par exemple. M. Guillet termine en appelant l'attention sur l'emploi de la surface des indices pour la construction *directe* des ondes planes conjuguées entre elles, par rapport à deux milieux quelconques séparés par une surface plane. Puis il montre sur des modèles construits par M. M. Aubert, et sur des planches dessinées par MM. Aubert et Perrin, la cohésion saisissante et suggestive établie entre les éléments nombreux et divers, introduits par les théories concernant l'optique cristalline, par la forme de l'exposé didactique qu'il vient d'esquisser.

1. *Voir*, pour l'extension aux cristaux magnétiques, C. Raveau : La surface des indices et la surface de l'onde dans les cristaux magnétiques (communication à la Société française de Physique, 1er juin 1917).

1. C. Raveau : Etude des franges des lames cristallines au moyen de la surface des indices. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, 1911; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLV, 1912, p. 965.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 27 Juin 1918 (fin)

1° Sciences mathématiques. — **M. G. N. Watson** : *La diffraction des ondes électriques par la Terre.* Depuis 15 ans, le problème de la détermination de l'effet, sur un point éloigné à la surface de la Terre, d'un oscillateur hertzien émettant des ondes de fréquence définie a été l'objet de nombreuses recherches théoriques. Après avoir posé certaines hypothèses de nature physique, le problème devient d'un type mathématique défini; il se réduit à trouver une formule approximative pour la somme d'une certaine série compliquée de nature oscillatoire. Les principales méthodes qui ont été élaborées pour le traitement de cette série sont dues à Poincaré, Nicholson, Macdonald, Love, March, Rybczynski. Etant donnés les écarts des résultats obtenus par ces savants, M. Watson, à la demande de M. van der Pol, a repris l'examen du problème et cherché à déterminer la force magnétique aux antipodes d'un transmetteur. L'auteur développe son analyse, dont le résultat semble montrer que les hypothèses physiques ne rendent pas compte de la diffraction observée. Il semble que d'autres phénomènes physiques, tels que l'ionisation des régions supérieures de l'atmosphère, jouent dans la transmission un rôle prédominant. — **M. H. H. Jeffcott** : *Les périodes de vibration latérale des arbres chargés.* Le calcul des vitesses d'emballement des arbres chargés des turbines et machines mues par des turbines est rendu généralement complexe par suite de la distribution variable de la charge le long de l'arbre, ainsi que par les variations du diamètre de l'arbre de place en place. Des diverses méthodes employées pour la mesure de la vitesse critique dans ces cas, la plus connue est probablement celle proposée par Dunkerley en 1893. Elle consiste à diviser la charge en un certain nombre de parties agissant sur des positions déterminées le long de l'arbre, et à déterminer par des formules simples la vitesse critique de chaque partie de la masse considérée comme agissant seule; on suppose alors que la somme des

carrés des inverses de ces vitesses critiques partielles est égale au carré de l'inverse de la première vitesse critique de l'arbre entier. Dans beaucoup de cas, cette méthode donne d'excellents résultats, mais elle peut aussi fournir des résultats erronés dans certaines conditions. M. Jeffcott montre que la règle empirique de Dunkerley est susceptible d'une dérivation rationnelle, et qu'elle peut être étendue de la façon suivante : Chercher la vitesse critique ω de chaque charge agissant séparément, et les première et seconde vitesses critiques ω', ω'' pour chaque combinaison de deux charges agissant sans les autres. Alors, si Ω_1 et Ω_2 sont les première et seconde vitesses critiques du système entier, on a :

$$\frac{1}{\Omega_1^2} + \frac{1}{\Omega_2^2} \doteq \Sigma \frac{1}{\omega^2} \text{ et } \frac{1}{\Omega_1^2\Omega_2^2} \doteq \Sigma \frac{1}{\omega'^2\omega''^2}.$$

D'une façon plus générale encore, la somme des carrés des inverses des produits de n vitesses critiques prises r à la fois est égale à la somme des carrés des inverses des produits des r vitessses pour chaque série de r masses, les n-r masses restantes étant supposées réduites à o.

2° Sciences physiques. — MM. J. N. Collie et H. E. Watson : *Sur le spectre du cadmium dans les gaz inactifs.* L'un des auteurs a noté autrefois que, dans un tube à vide contenant de l'hélium et de la vapeur de mercure, la ligne orange 6152 du mercure apparaît très brillante, quoiqu'on ne la voie généralement pas dans les tubes contenant un gaz diatomique. Des expériences méthodiques ont été entreprises sur ce phénomène, en utilisant le cadmium, dont les lignes brillantes s'étendent sur une portion considérable du spectre, et en opérant dans quatre gaz : He, Ne, Ar, Xe. Les lignes du Cd observées dans ces conditions sont les plus brillantes de celles qui apparaissent normalement dans le spectre d'étincelles : 6438, 5379, 5338, 5086, 4800, 4678 et 4416. Dans le néon et l'hélium, l'effet observé s'obtient avec des gaz à pression relativement élevée : dans le néon, sous 60 mm., on observe deux lignes du Cd; dans l'hélium, sous 40 mm., quatre lignes. Les lignes individuelles du métal varient d'une façon remarquable dans des tubes remplis des différents gaz dans les mêmes conditions de pression et de décharge électrique. Il est difficile d'expliquer l'apparition des lignes du Cd dans le spectre de ces gaz. Le fait à retenir, c'est qu'elles deviennent visibles même avec le courant le plus faible, quand le tube et l'électrode sont presque froids. Il ne paraît pas que le spectre soit dû à de petites particules de métal à haute température arrachées à la cathode par le choc violent d'ions gazeux positivement chargés. — M. Ch. F. Brush, Sir R. A. Hadfield et M. S. A. Main : *Nouvelles expériences sur la génération spontanée de chaleur dans l'acier récemment trempé.* Poursuivant leurs recherches[1], les auteurs arrivent aux conclusions suivantes : 1° La vitesse de dégagement ou d'absorption de la chaleur par l'acier trempé est, après une courte période initiale, approximativement en raison inverse du temps écoulé depuis la trempe. 2° Le degré de contraction de l'acier trempé suit la même loi. 3° Ce fait suggère que la contraction est intimement liée au dégagement de chaleur, les deux phénomènes étant dus à la même cause.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Juin 1918

1° Sciences mathématiques. — MM. H. A. Lorentz et J. C. Kluyver présentent un travail de M. H. B. A. Bockwinckel : *Remarques sur le développement d'une fonction en une série à facultés.* — MM. L. E. J. Brouwer et Hendrik de Vries présentent un travail de M. Arnaud Denjoy : *Nouvelle démonstration du théorème de Jordan sur les courbes planes.* — MM. H. A. Lorentz et J. Cardinaal présentent un travail de M. J. A. Schouten : *Sur l'existence d'un mouvement de précession dans l'espace non euclidien au voisinage du Soleil.* D'après les théories modernes (relativité, gravitation), l'espace n'est pas euclidien dans le champ de l'attraction universelle. Il en résulte un mouvement de précession qui, pour la Terre, dans le champ de l'attraction solaire, serait de o"013 par an.

2° Sciences physiques. — M. W. H. Julius : *L'installation pour observations solaires au Laboratoire de Physique d'Utrecht.* — M. I. K. A. Wertheim Salomonson : *La sensibilité limite du galvanomètre à corde.* — MM. H. Zwaardemaker et H. Zeehuizen : *Sur le signe du phénomène de charge et l'influence des séries lyotropes observée dans ce phénomène.* — MM. J. P. van der Stok et J. P. Kuenen présentent une note de M. S. W. Visser : *Sur la diffraction de la lumière dans la formation des halos; II. Examen des couleurs observées dans les halos.* Analyse de toutes les observations de halos faites en Hollande durant les années 1910 à 1915. — MM. H. Kamerlingh Onnes et J. P. Kuenn présentent deux notes de M. J. E. Verschaffelt : *Sur la forme de petites gouttes liquides ou bulles gazeuses. Sur la mesure de tensions superficielles à l'aide de petites gouttes ou bulles.* — M. F. M. Jaeger : *Recherches sur le principe de Pasteur concernant la relation entre les dissymétries moléculaire et cristallonomique. V. Sels complexes, optiquement actifs, de l'acide iridio-oxalique. VI. Sur la décomposition du malonate double de potassium et de rhodium en ses constituants optiquement actifs et sur la dispersion rotatoire anormale de ces substances. VIII* (en collaboration avec M. W. Thomas). *Sur les sels optiquement actifs de la série chromi-triéthylènediamine.* — MM. P. Zeeman et S. Hoogewerff présentent quatre notes de M. A. Smits : 1. *Le phénomène de la surcharge électrique;* 2 (en collaboration avec M. C. A. Lobry de Bruin). *Sur la passivité périodique du fer.* II; 3 (en collaboration avec V. S. F. Berckmans). *Sur le système éther-chloroforme.* Détermination des points de fusion de mélanges d'éther et de chloroforme; cet examen a révélé l'existence de 3 combinaisons de ces substances; 4 (en collaboration avec J. M. Bijvoet). *Sur le système fer-oxygène.* — MM. H. Kamerlingh Onnes et W. H. Julius présentent une note de MM. A. J. Bijl et N. H. Kolkmeyer : *Examen aux rayons Rœntgen de la structure cristalline de l'étain blanc et de l'étain gris. I.* Il résulte des rœntgénogrammes obtenus par les auteurs que l'étain gris a une structure cristalline et que cette structure est différente de celle de l'étain blanc. — MM. Ernst Cohen et P. van Romburgh présentent un travail de H. R. Kruyt et Jac. van der Spek : *Contribution à la connaissance du processus de la teinture. II.* Expériences faites en vue d'établir l'influence de sels neutres sur la quantité de matière colorante absorbée. La théorie de Pelet-Jolivet ne donne pas une image complète du processus de la teinture. — MM. J. P. van der Stok et H. Haga présentent un travail de MM. C. Schoute, F. A. van Heyst et N. E. Groeneveld Meyer : *Un instrument à l'usage du pilote d'avions pour la mesure de vitesses verticales.*

3° Sciences naturelles. — MM. J. Boeke et J. W. van Wijhe présentent une note de M. A. B. Drooglever Fortuyn : *L'involution du placenta chez la souris, dans les sacs embryonaux où l'embryon est mort.* — MM. J. Boeke et J. F. van Bemmelen présentent un travail de M. H. C. Delsman : *La segmentation de l'œuf de Volvox globator et ses rapports avec la locomotion de la forme adulte et avec les types de segmentation des Métazoaires.*

J. E. V.

1. Voir la *Revue gén. des Sc.* du 15 avril 1917, p. 224.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur

Les recherches du Bureau américain des Mines sur la combustion dans les foyers de chaudières. — On sait que, depuis plusieurs années déjà, le Gouvernement des Etats-Unis se préoccupe d'éviter le gaspillage des ressources naturelles du pays par une utilisation plus rationnelle de celles-ci, et les conditions créées par la guerre n'ont fait que fortifier cette intention. De nombreuses institutions officielles ont entrepris des études dans ce but, au premier rang desquelles il faut signaler celles du Bureau des Mines. Un certain nombre de ces dernières ont porté sur les combustibles, en particulier le plus précieux d'entre eux, le charbon minéral. La plus grande partie de la houille étant employée dans l'industrie à la production de la vapeur, une étude précise de la combustion dans les foyers de chaudières s'imposait d'abord, afin de déterminer quelles sont les conditions dans lesquelles cette combustion est la plus économique, c'est-à-dire le combustible brûlé dégage le maximum de chaleur. Le laboratoire du Bureau des Mines a poursuivi durant plusieurs années des recherches sur ce sujet, qui ont conduit à des conclusions en parties nouvelles [1].

La couche de combustible dans presque tous les foyers brûlant du charbon agit d'abord comme gazogène. Dans un foyer ordinaire où la couche de combustible est horizontale et épaisse de 7,5 cm. ou plus, les gaz qui s'élèvent de cette couche contiennent 25 à 32 % de gaz combustibles, 5 à 8 % de CO^2, et pas d'oxygène libre, ce qui est la teneur d'un bon gaz de gazogène.

On ne peut forcer que 6,5 kg. d'air par kg. de charbon à travers la couche de combustible, quelle que soit la vitesse du tirage. Quand la quantité d'air fournie double, la vitesse de combustion est doublée; quand elle quadruple, la vitesse de combustion est quadruplée, et ainsi de suite, le poids d'air par kg. de charbon brûlé restant constant et égal à 6,5 kg. Cela indique que la vitesse de combustion est proportionnelle à la vitesse de l'air à travers la grille. Cette relation se vérifie pour tous les combustibles, y compris l'anthracite et le coke.

Quand la couche de combustible est horizontale et épaisse de 7,5 cm. au moins, la moitié de l'air nécessaire à la combustion complète du charbon doit être amenée au-dessus de la couche et aussi près que possible de celle-ci, sous forme de plusieurs petits jets doués d'une grande vitesse pour faciliter le mélange. Les gaz combustibles s'élevant de la couche représentent 40 à 60 % de la valeur calorifique totale du charbon; on peut donc dire qu'en moyenne la moitié de la combustion du charbon a lieu dans la couche de combustible et l'autre moitié au-dessus.

Le degré de combustion des gaz dépend principalement des dimensions de l'espace de combustion. Des charbons de compositions différentes nécessitent des espaces de combustion différents pour le même degré et la même vitesse de combustion. En gros, l'espace de combustion doit être proportionné au produit du pourcentage de la matière volatile par sa qualité, cette dernière étant indiquée par le rapport du carbone volatil à l'hydrogène utilisable. Les dimensions de l'espace de combustion sont aussi approximativement proportionnelles à la teneur en oxygène du charbon exempt d'humidité et de cendres.

Le pourcentage de l'excès d'air donnant les meilleurs résultats dans un appareil producteur de vapeur varie avec les dimensions de l'espace de combustion et la nature du charbon. De deux foyers brûlant le même combustible, mais possédant des espaces de combustion différents, celui qui a le plus grand espace donne les meilleurs résultats avec le plus faible excès d'air. De deux foyers de mêmes dimensions brûlant des charbons différents, celui qui consomne le charbon qui a la plus faible teneur en matières volatiles et en oxygène donne les meilleurs résultats avec le plus faible excès d'air.

La matière volatile quitte la couche de combustible à l'état de composés hydrocarburés complexes, qui, à la pression atmosphérique et à la température ordinaire,

1. VAN. H. MANNING : Yearbook of the Bureau of Mines, 1916, p. 72 et suiv.; Washington, 1917. — Voir aussi H. KREISINGER, E. E. AUGUSTINE et F. K. OVITZ : Combustion of coal and design of furnaces. 1 vol. de 144 p. Washington, 1917.

seraient à l'état liquide ou semi-liquide. En l'absence de la quantité d'oxygène suffisante pour leur combustion complète, ces goudrons sont rapidement décomposés par la température élevée en suie et gaz légers tels que H et CO. La formation de CO est due à la présence de CO^2 et à un faible apport d'O. A la distance de 30 à 60 cm. de la couche de combustible, on ne trouve qu'une petite quantité d'hydrocarbures à l'état gazeux, liquide ou solide. La substance solide présente dans les flammes n'est que de la suie avec une trace de goudrons. Tous les hydrocarbures sont instables à la haute température des foyers et, s'ils ne sont pas mêlés rapidement quand ils distillent à une quantité d'air suffisante pour assurer leur combustion complète, ils sont rapidement décomposés avec dépôt de suie. Il est donc inutile de rechercher des hydrocarbures à une certaine hauteur au-dessus de la couche de combustible; le méthane, qui est peut-être l'hydrocarbure le plus stable, ne se trouve qu'à l'état de traces à 30 cm. au-dessus. La présence d'oxyde de carbone dans les gaz des fours n'est pas due à la difficulté de le brûler, mais à sa formation constante par réaction entre la suie et CO^2. C'est la raison pour laquelle on trouve encore CO dans les gaz des fours après que toutes les autres formes de combustibles ont pratiquement disparu.

La suie, qui est le principal constituant de la fumée, se forme à la surface de la couche de combustible par chauffage des hydrocarbures en l'absence d'air. Elle ne se produit pas par contact des hydrocarbures avec les surfaces refroidissantes de la chaudière. D'ailleurs, dans les conditions habituelles de fonctionnenent, une faible trace des hydrocarbures atteint seule la surface du bouilleur, et tout hydrocarbure qui y parvient est préservé de la décomposition par le refroidissement. Les surfaces refroidissantes ne causent donc pas la formation de la suie; elles servent surtout de collecteurs à la suie et empêchent sa combustion.

La suie ou la fumée se forme à la surface de la couche de combustible en l'absence d'oxygène. Donc, pour prévenir sa formation, il faut mêler une quantité d'air suffisante à la matière volatile au moment de sa distillation. Tout air amené ensuite est ajouté trop tard. En d'autres termes, pour obtenir une combustion sans fumée, la distillation de la matière volatile doit se produire dans une atmosphère fortement oxydante. C'est l'une des principales raisons du succès de la plupart des ajusteurs mécaniques dans la combustion sans fumée des charbons gras.

En se basant sur ces résultats, le Bureau des Mines américain a déterminé les formes et les dimensions les meilleures à donner aux foyers des chaudières.

§ 2. — Physique

Propriétés des métaux soumis à l'action des rayons α. — Lorsque des rayons α viennent frapper une lame de métal isolée, disposée dans un vide poussé, on sait que la lame s'électrise positivement. L'électrisation peut être attribuée, d'une part, à la charge positive transportée sur le métal par les particules α, d'autre part, à la charge négative éliminée par les électrons émis (rayons δ).

Les vitesses des électrons qui constituent les rayons δ varient dans de très grandes limites[1], depuis des vitesses très faibles jusqu'à des vitesses si élevées qu'un champ retardateur de 1.700 volts par cm. ne suffit pas à les annuler. Le nombre des électrons émis varie avec la vitesse des rayons α incidents d'une manière analogue à l'ionisation des gaz tout d'abord étudiée par Bragg: quand la vitesse des rayons α diminue, le nombre des électrons δ augmente jusqu'à un certain maximum, puis décroît rapidement et tombe à zéro.

On a étudié la manière dont se comportent les différents métaux sous l'influence du bombardement par les rayons α et on a fait la constatation plutôt surprenante que tous les métaux étudiés donnent des courbes d'ionisation pratiquement identiques[1]. La charge prise par un métal déterminé, sous certaines conditions, varie avec la nature du métal, mais la forme des courbes est la même pour tous. Ce résultat n'est pas analogue à celui qu'on obtient avec les gaz, qui donnent des courbes différentes, le maximum étant d'autant plus prononcé que le poids atomique du gaz est plus faible.

On a observé également, au cours de ces recherches, qu'immédiatement après qu'on vient de réaliser un vide élevé, le courant total des rayons δ est considérablement plus grand qu'au bout d'un certain temps. On a noté une diminution progressive qui peut atteindre 30 % après deux jours de vide.

La façon analogue dont se comportent des métaux différents et la diminution progressive du courant d'ionisation conduisent à l'hypothèse que les rayons δ ne sont pas dus à une ionisation métallique, mais plutôt à une couche de gaz fixée sur la surface du métal. On pourrait raisonnablement admettre que cette couche est la même pour tous les métaux après exposition à l'air et qu'elle est réduite par un vide prolongé. Bunstead et Mc Gougan ont essayé d'enlever cette couche résiduelle de gaz par chauffage prolongé d'une lame de platine dans le vide élevé obtenu avec une pompe Gaede; ils ont observé une diminution du courant d'environ 30 %, mais la forme de la courbe d'ionisation ne change pas. Campbell[2] indique qu'après un échauffement prolongé l'effet disparaît entièrement et qu'on rétablit le métal en son état primitif simplement en l'exposant à l'air. Dans des expériences plus récentes, Pound[3] a constaté qu'une surface de métal distillée dans le vide perd entièrement la propriété d'émettre des rayons δ.

M. A. G. M. Gougan[4] s'est proposé d'élucider ce point particulier, relatif à la nature de la couche superficielle du métal: 1° en raclant la surface du métal maintenu dans un vide élevé, de manière que le métal présente toujours une surface fraîche à l'incidence des rayons α; 2° en renouvelant une surface de mercure qu'on fait déborder.

Sans entrer dans les détails relatifs à la technique des expériences, pour lesquels nous renvoyons au mémoire, contentons-nous de citer les résultats obtenus:

Le courant constitué par les rayons δ qu'émet un métal sous l'influence du bombardement par les rayons α dans un vide élevé diminue quand on racle la surface avec une lame d'acier en même temps qu'on maintient le vide: la réduction obtenue varie de 6 % pour le platine à 37 % pour le plomb. La réduction réalisée dans l'émission des rayons δ n'est pas permanente; l'émission augmente peu après que la surface du métal a été raclée et reprend sa valeur primitive au bout d'un jour environ.

L'émission de rayons δ par une surface de mercure ne varie pas quand on fait déborder le mercure. L'émission est pratiquement la même que pour les autres métaux.

Les résultats expérimentaux obtenus semblent indiquer que l'émission des rayons δ est due à une couche gazeuse localisée à la surface du métal, sans qu'on puisse préciser si cette couche provient, par diffusion, de l'intérieur du métal, ou résulte de la condensation de molécules provenant de l'atmosphère résiduelle ambiante.

A. B.

Conductibilité de l'eau de mer pour les courants de fréquence radiotélégraphique. — Les ondes électromagnétiques, en se propageant au-

1. Bunstead : *Americ. Journ. of Science*, t. XXXVI, août 1913.

1. Bunstead et Mc Gougan : *Americ. Journ. of Science*, t. XXXIV, oct. 1912.
2. Campbell : *Phil. Mag.*, t. XXVIII, août 1914.
3. Pound : *Phil. Mag.*, t. XXX, oct. 1915.
4. A. G. Mc Gougan : *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 122-129; août 1918.

dessus du sol, subissent une diminution d'amplitude à mesure qu'elles s'éloignent du poste d'émission. Cette diminution est due principalement à la conductibilité des substances qui constituent la croûte terrestre. Au-dessus de la mer, pour le même poste d'émission, les amplitudes sont toujours plus fortes qu'elles ne le seraient si l'on supposait la sphère terrestre constituée par des corps infiniment bons conducteurs.

Comme la plupart des postes de T. S. F. rayonnent au-dessus des océans, il y a grand intérêt à connaître la conductibilité de l'eau de mer pour les courants de haute fréquence. M. Balth van der Pol[1] a mesuré cette conductibilité et obtenu les résultats suivants :

Si l'on représente par σ_∞ la conductibilité relative à des courants de basse fréquence (longueur d'onde infinie), par σ_x celle relative à une fréquence correspondant à une longueur d'onde de x mètres, M. van der Pol trouve :

$$\sigma_{3400} = 1{,}001\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{1870} = 0{,}999\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{1070} = 1{,}002\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{600} = 1{,}003\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{275} = 1{,}005\ \sigma_\infty$$

Pour toutes les fréquences utilisées en T. S. F., on peut donc admettre que la conductibilité de l'eau de mer est égale à celle mesurée en courant continu à 0,5 % près, soit 0,0377 mho par cm : cm² ou $3{,}77 \cdot 10^{-11}$ U. E. M. La conductibilité variant beaucoup avec la température et la nature de l'échantillon, on peut admettre qu'elle est comprise entre 1 et $5 \cdot 10^{-11}$ et c'est dans cet intervalle qu'on devra prendre la valeur numérique qui pourra servir de base à une théorie de la propagation des ondes électromagnétiques sur la mer.

§ 3. — Chimie biologique

Etudes biochimiques sur le liquide des urnes de *Nepenthes*. — On sait que les insectes emprisonnés dans les urnes de *Nepenthes* sont peu à peu digérés par le liquide sécrété par les parois. On a trouvé dans ce liquide une protéase et parfois des bactéries; auquel de ces agents doit-on attribuer le phénomène de digestion? M. J. S. Hepburn vient d'en faire une étude séparée[2].

Il a soutiré le liquide d'urnes non excitées, d'une part, et d'urnes excitées mécaniquement par des substances chimiques inertes, d'autre part. Puis il a entrepris des expériences de digestion *in vitro* à 37° C. en présence d'une substance bactéricide (fluorure de sodium ou tricrésol). Des expériences de contrôle ont été faites avec un liquide d'urne préalablement soumis à l'ébullition.

Pour déceler la protéase, l'auteur a utilisé les réactions suivantes : 1° la titration au formol de Sörensen; 2° la digestion de : carmine-fibrine, édestane, protéane de la globuline de graine de ricin, ricine (de Jacoby); 3° le clivage du glycyltryptophane.

Dans le premier cas, le liquide des urnes excitées digère toujours le substratum, tandis que celui des urnes non stimulées ne le digère pas, comme l'indique la titration au formol.

La carmine-fibrine est digérée par la liqueur des deux catégories d'urnes en présence de 0, 2 % de HCl, mais pas par le liquide des urnes non excitées, en l'absence d'acide. En présence d'HCl très dilué, l'édestane est digéré par le liquide des urnes stimulées et aussi, quoique à un moindre degré, par celui des urnes non stimulées. Le protéane de la globuline de graine de ricin est généralement dissous par le liquide des deux catégories d'urnes, en présence de HCl très dilué, et il en est de même pour la ricine.

1. *Philosophical Magazine*, 6e série, t. XXXV, p. 88-94; juillet 1918.

2. *Proc. Amer. Philos. Soc.*, t. LVII, p. 112-119; 1918.

Le liquide des urnes excitées a hydrolysé en partie le glycyltryptophane après 28 jours d'incubation.

Le liquide soutiré d'urnes non ouvertes ne contient pas de bactéries ; on en trouve une certaine quantité dans le liquide des urnes partiellement ouvertes, mais où aucun insecte n'a pénétré. Dans les urnes actives ouvertes, contenant des restes d'insectes, l'auteur a trouvé de 48.000 à 8.000.000 de bactéries (bâtonnets) par cm³ de liquide. Ces organismes digèrent généralement les protéines (caséine, albumine d'œuf, carmine-fibrine, édestine, ricine), mais très lentement. Ils décomposent les composés organiques azotés plus simples (glycocolle, acétamide, asparagine, lactate d'ammonium).

La lenteur de la protéolyse par les bactéries conduit M. Hepburn à la conclusion que la protéase du liquide des urnes est le facteur principal de la digestion des insectes par ces dernières. Des résultats analogues ont été obtenus avec les *Sarracenia*.

§ 4. — Agronomie

Les plantations de caoutchouc en Malaisie. — L'énorme et brusque accroissement de la production du caoutchouc de plantation depuis les premières années du XXe siècle est un des faits économiques les plus curieux. Le graphique ci-dessous est extrait d'une récente statistique, publiée par le *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Liverpool* et reproduite par le *Bulletin de l'Office colonial*. Ce rapide accroissement explique pourquoi le caoutchouc est une des rares matières premières dont le prix n'a pas haussé pendant la guerre.

Plus de la moitié du caoutchouc de plantation est produite par la Malaisie britannique, qui a livré 99.063 tonnes en 1916[1]. Ce sont les Etats fédérés malais

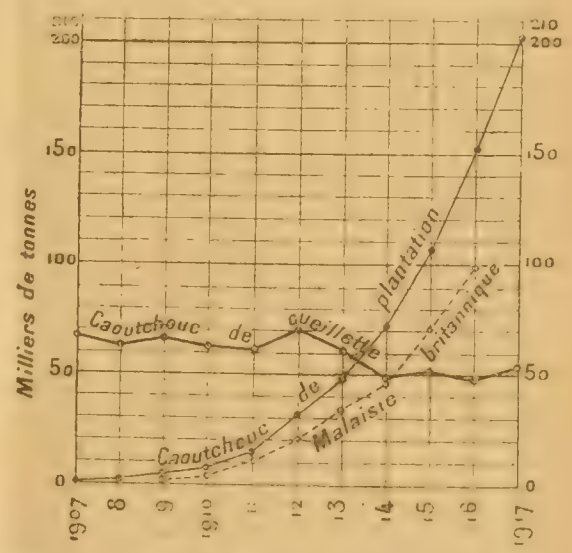


Fig. 1. — *Production comparée du caoutchouc de cueillette et du caoutchouc de plantation* (1907-1917).

qui sont les plus gros producteurs (62.764 tonnes), et principalement les Etats de Selangor (26.163) et de Perak (23.421.) La seule île de Singapour produit davantage que la Péninsule tout entière il y a onze ans, et le Selangor et le Negri Sembilan produisent plus de caoutchouc que toute l'Amérique du Sud. Depuis trois ans, l'Etat de Johore augmente sa production d'environ 5.000 tonnes par an. L'étendue de la superficie couverte par les heveas n'est pas exactement connue,

1. *Bulletin économique de l'Indo-Chine*, n° 126, p. 418-420; juillet-août 1917.

mais elle doit dépasser 400.000 hectares, et en prenant un rendement moyen de 453 kg. par hectare, on peut prévoir une production d'environ 180.000 tonnes dans cinq ou six ans.

Cette culture nouvelle a été provoquée par une forte baisse dans les prix du café, autrefois production principale de la Malaisie, coïncidant avec la diminution des caoutchoucs de cueillette africains et avec l'extension de la demande de cette matière première. Bien que la culture de l'hevea, en Malaisie, remonte à 1877, époque à laquelle quelques arbres furent envoyés des jardins de Kew à Singapour, les premières plantations ne datent que de 1895, et l'exportation débuta seulement en 1904. Un des problèmes qui préoccupent le plus les planteurs est celui de la main-d'œuvre. En 1916, on comptait 196.000 coolies travaillant sur les plantations, dont 160.000 Hindous; les autres travailleurs sont en majorité des Chinois. En comptant un coolie pour 121 ares, ce qui est plutôt un minimum, il faudrait dans un avenir prochain au moins 350.000 à 400.000 ouvriers, alors que la main-d'œuvre hindoue devient de plus en plus difficile à obtenir par suite des entraves apportées à son recrutement par le Gouvernement des Indes. Quant aux coolies javanais, ils se font plus volontiers planteurs.

Le Gouvernement des Etats fédérés malais a créé récemment un Comité consultatif des planteurs, qui rend de grands services en aidant de ses conseils le Département d'Agriculture. Le Comité s'est principalement consacré à l'étude des méthodes de saignée, à celle des maladies de l'hevea, de la culture des arbres et du traitement du sol; il réclame la création d'un Bureau de statistique. En vue de réduire la concurrence, l'Etat vient de décider qu'aucun étranger, à l'exception des Anglais et des sujets des Etats fédérés, ne pourrait obtenir de concession de terrains d'une superficie supérieure à 20 hectares 23.

Pierre Clerget,

Directeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 5. — Zoologie

La formation des fils de soie. — M. E. Hirazuka vient de faire connaître les résultats des recherches qu'il a poursuivies sur ce sujet à la Station sericicole de Nakano, au Japon[1].

Il a reconnu que la soie liquide emmagasinée dans la glande du ver à soie se compose de deux substances colloïdales au moins en suspension dans un fluide non albumineux. La transformation de la soie liquide en soie solide paraît être un processus de coagulation. Si l'on conserve une certaine quantité de ce liquide, il se coagule spontanément, et ce processus est fortement accéléré par des actions mécaniques (tension, compression) ou par l'addition d'une trace d'acide, même CO^2. Le chauffage à l'ébullition provoque également la coagulation, et comme celle-ci a lieu aussi en présence de cyanure de potassium, cette transformation ne paraît pas dépendre de l'action d'une enzyme.

L'auteur considère donc la soie liquide comme une émulsion concentrée de substance sericigène à l'état sursaturé instable, et la solidification comme un processus de nature physique. Par des mouvements d'extension, la soie liquide peut être allongée en un filament semi-gélatineux qui, par élongation ultérieure prudente, se coagule et forme un fil identique d'aspect et de structure à celui qui est filé par le ver à soie. Il y a lieu de remarquer d'ailleurs que, pendant le filage naturel, la tête du ver se meut constamment à gauche et à droite, ce qui engendre une tension sur la soie qui sort de la filière.

1. *Bull. Imp. Seric. Exp. Station*, Nakano, t. I, p. 203-224; 1918.

§ 6. — Physiologie

Le rôle des graisses dans l'alimentation. — On sait que l'alimentation de l'homme normal doit comprendre trois catégories de principes : protéines, hydrates de carbone et graisses. Tandis que les besoins minima du corps dans les deux premières catégories ont fait l'objet de nombreuses recherches, on s'est fort peu occupé des besoins exacts de l'organisme en graisses. La restriction des approvisionnements en corps gras qui se produit dans la plupart des pays de l'Europe comme une conséquence de la guerre confère aujourd'hui une importance considérable à cette question, ce qui a engagé l'éminent physiologiste anglais E. H. Starling à lui consacrer un examen détaillé[1].

D'après lui, la nécessité absolue de la graisse pour l'organisme ne ressortirait pas des expériences de laboratoire, car on sait que le corps est capable de fabriquer de la graisse aux dépens des hydrates de carbone donnés en excès des quantités correspondant à la production de l'énergie. Mais cela ne signifie nullement que la graisse peut être absente d'une ration normale. La graisse est très assimilable; elle est presque entièrement absorbée au cours de son trajet dans le canal digestif, et sa digestion et son absorption sont beaucoup plus lentes que celles des hydrates de carbone. Aussi un repas exempt de graisse manque de « pouvoir de stationnement ». De plus, la graisse est absorbée dans une forme plus concentrée que les hydrates de carbone, et, poids pour poids, elle possède une valeur calorifique plus que double. Le canal digestif de l'homme semble s'être développé pour un régime dans lequel 20 à 25 % de l'énergie se présente sous forme de graisse; pour obtenir la même énergie avec des hydrates de carbone, il faudrait que le canal digestif soit beaucoup plus long. D'ailleurs, la surcharge des intestins par des hydrates de carbone provoque chez la plupart des individus des fermentations anormales, la production de gaz et un malaise général.

Pour ces raisons, M. Starling conclut que la graisse est un ingrédient essentiel de l'alimentation de l'homme. Comme les expériences habituelles de laboratoire, de courte durée, ne sont pas propres à l'étude des relations entre la quantité de graisse nécessaire et les besoins d'énergie de l'individu, l'auteur s'est adressé à la méthode statistique, tout en reconnaissant les limites de ses indications.

Il a ainsi trouvé que, dans le régime de l'enfant au sein, la graisse fournit plus de 50 % de l'énergie totale; après le sevrage et jusqu'à 6 ans, 35 %; à partir de 6 ans, 20 à 25 %, pourvu que la production d'énergie de l'organisme ne soit pas excessive. Ce dernier chiffre peut être augmenté, par exemple jusqu'à 35 %, sans effet nuisible; le chiffre de 20 % doit être considéré comme un minimum. Quand les besoins de l'organisme (par suite d'un travail pénible) s'élèvent, la proportion de graisse doit atteindre 30 à 40 %.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La Mission de délimitation Afrique Equatoriale Française-Cameroun, dirigée par l'administrateur L. Periquet, de 1912 à 1914. — Lorsque l'Allemagne, ayant adopté une politique coloniale, s'était efforcée d'acquérir des possessions en Afrique et d'étendre sa domination jusqu'au cœur du continent, les grandes puissances coloniales voisines avaient dû se prémunir contre toutes les prétentions germaniques. Au sujet du Cameroun notamment, la France et l'Angleterre durent conclure des accords qui ne furent pas sans soulever des difficultés et entreprendre à la suite des travaux de délimitation. Au point de vue scientifique, ces opérations sur le terrain fournirent des occasions de faire des reconnaissances détaillées et de sérieuses études de territoires jusque-là inconnus.

1. *British Medic Journ.*, 1918 [II], p. 105-107.

Rappelons d'abord quelles furent les premières missions françaises de délimitation des frontières de l'Afrique Equatoriale Française et du Cameroun. Le Dr Cureau et M. Laurent, administrateurs des Colonies, avaient déjà, en 1900-1901, procédé, du côté français, à la délimitation d'une partie de la frontière méridionale, mais non de cette frontière entière, dont les limites avaient été fixées par les conventions du 24 décembre 1885 et du 4 février 1894. En raison des difficultés survenues, la France et l'Allemagne avaient décidé, en 1905, de procéder à une vérification complète de toute la frontière méridionale et orientale. Deux missions françaises furent chargées de régler, de concert avec deux missions allemandes, les conflits existants. Le commandant Moll fut chargé de la délimitation de la frontière orientale du Cameroun et le capitaine Cottes de celle de la frontière sud. A leur retour, une Conférence franco-allemande consacra certaines rectifications de frontières par une Convention du 18 avril 1908, et deux nouvelles missions furent envoyées sur place : l'une, conduite par M. Eugène Brussaux, administrateur des Colonies, ancien membre de la mission Moll, fut chargée d'opérer de Koundé jusqu'au Chari; l'autre, dirigée par le capitaine d'artillerie coloniale Périquet, opéra de la frontière de la Guinée espagnole jusqu'à Koundé.

Ces diverses missions, grâce aux recherches de tout genre auxquelles elles se livrèrent en même temps qu'elles accomplissaient leur fonction politique, apportèrent de nombreuses connaissances nouvelles sur tous les pays traversés. Il en a été de même de la nouvelle mission du capitaine Périquet, dont nous nous proposons de parler spécialement aujourd'hui; elle a été une véritable exploration scientifique, comme celle du commandant Tilho, de 1906 à 1909, pour la délimitation de la frontière franco-anglaise du Niger au Tchad.

Les appétits coloniaux de l'Allemagne ne s'étaient pas arrêtés malgré les traités conclus par elle, et la France avait dû, pour conserver la faculté d'établir son protectorat sur le Maroc, consentir à l'Allemagne, par la Convention du 4 novembre 1911, l'abandon de deux grandes étendues de territoire dans l'Afrique Equatoriale, ce qui morcelait celle-ci en trois tronçons. M. Auguste Chevalier a exposé, dans un important article publié dans cette revue, l'état et la valeur des territoires cédés à l'Allemagne, en même temps que l'avenir de ceux que nous gardions [1]. C'est pour procéder à la délimitation de la nouvelle frontière que fut encore organisée une mission dont la conduite fut confiée au capitaine Périquet, qui, avant son départ, laissa l'armée et partit comme administrateur de 1re classe des Colonies.

M. Périquet avait une connaissance approfondie de la région où il allait opérer, acquise au cours des missions qu'il y avait précédemment remplies. Il avait fait partie, en 1906-1907, de la mission Lenfant dans le Haut-Logone, mission qui avait eu pour objet l'étude géographique, appuyée sur des calculs astronomiques, de deux grands blocs de territoires, constitués par la Haute-Sangha d'un côté, et par le pays compris entre le Bahr-Sara et le Logone de l'autre. En 1908, il avait été chargé de la délimitation d'une partie de la frontière du Cameroun, mission dont nous venons de parler, et en même temps de l'étude d'une ligne télégraphique de Ouesso à Brazzaville. En 1910, il retourna dans les mêmes régions avec le capitaine Crépet, pour faire des reconnaissances en vue de l'établissement d'une voie ferrée dans le nord du Gabon; il avait déjà fait choix d'un tracé et il était retourné dans la colonie, en octobre 1911, pour en préparer l'avant-projet, quand, l'accord franco-allemand venant d'être signé, il dut cesser ces études qui portaient en partie sur des territoires que l'on venait d'abandonner. Le capitaine Périquet se trouvait donc tout à fait désigné par ses travaux antérieurs pour remplir la nouvelle mission qui lui fut confiée en 1912 et il était des mieux à même de faire profiter la science des reconnaissances qui allaient être entreprises et de guider les recherches de ses collaborateurs. Ajoutons que le capitaine Périquet avait déjà dressé deux cartes en plusieurs feuilles, dont l'une avec le capitaine Crépet, de toutes les contrées qui entouraient, à l'est et au sud, la colonie du Cameroun [1].

La connaissance des travaux accomplis par la mission Périquet et des résultats scientifiques qu'ils ont donnés, offre aujourd'hui un intérêt d'autant plus grand que le Cameroun, dont la conquête s'est achevée en février 1916, est désormais entré dans le domaine de la France et de l'Angleterre, dont il ne saurait sortir à aucun prix. Un accord provisoire en a réparti l'administration entre les deux puissances, en attendant que cette distribution territoriale soit présentée comme définitive. A l'Angleterre a été attribuée une zone étroite s'étendant, en bordure de la Nigéria, du golfe de Guinée jusqu'au Tchad; tout le reste du Cameroun est laissé à la France, qui y retrouve tout ce dont elle avait été dépouillée en 1911. Sur ce vaste territoire dit du nouveau Cameroun, qui s'en allait toucher par deux antennes au Congo et à l'Oubangui, sur toutes les contrées voisines de l'ancienne frontière, les travaux de la mission Périquet nous apportent de précieux renseignements qui pourront nous guider pour la mise en valeur de notre Afrique Equatoriale agrandie.

La mission française comprenait un assez grand nombre de membres, officiers et sous-officiers, qui étaient partis dans le courant du second semestre de 1912, et les travaux sur place avaient pu être commencés par elle en décembre. Elle avait été divisée en deux sections : l'une chargée de la frontière Sud-Cameroun, et placée sous la direction du capitaine Crépet; l'autre, pour l'Est-Cameroun, conduite par l'administrateur Périquet. Chacune de ces sections était divisée elle-même en deux expéditions, ce qui faisait en réalité quatre groupes ou brigades. Les travaux ont duré une année environ.

Nous n'insisterons pas sur le détail des opérations de la mission, désirant surtout faire ressortir ses principaux résultats scientifiques.

La mission a recueilli de très nombreux documents géographiques et, en particulier dans les bassins de la M'Poko, rivière qui se jette sur la rive droite de l'Oubangui auprès de Bangui, et de ses affluents, M'Bali, M'Bi, Pama, M. Périquet a fait une exploration entièrement nouvelle. Entre le cours de la M'Bi et celui de la Pama, par exemple, il s'est avancé à l'ouest de Bangui, dans l'Afrique Equatoriale, à travers une bande de territoire, large de 80 à 100 kilomètres en moyenne, absolument inexplorée, et dont la population baya ne connaissait pas encore les Européens.

Mais la mission devait rapporter également des documents scientifiques de tout ordre. Conformément aux instructions données par le Ministre des Colonies, les connaissances techniques du personnel de la mission allaient être utilisées pour réunir la documentation scientifique la plus complète possible sur les régions frontières devant rester françaises, aux points de vue météorologie, climatologie, minéralogie, géologie, botanique, zoologie, ethnographie, anthropologie, linguistique, microbiologie. Les premiers volumes déjà importants qu'a fait paraître M. Périquet sur les travaux de sa mission, sous le titre de *Rapport général*[2], sont venus

1. Auguste Chevalier : Les richesses du Congo français. La valeur des territoires cédés à l'Allemagne, l'avenir des territoires que nous gardons (*Revue générale des Sciences*, 15 juillet 1912, p. 497-506, avec une *Carte économique du Congo français et du Cameroun allemand* au 1/6,500,000e).

1. Afrique Equatoriale Française. *Carte de la région Logone-Ouahm-Lobaye-Sangha, établie d'après les travaux de la mission du Haut-Logone et des missions de délimitation et d'abornement Congo-Cameroun.* 1/500,000e. Paris, H. Barrère, 8 feuilles. — *Carte de la région nord du Gabon. D'après les travaux de la mission d'étude du chemin de fer Libreville-Sangha* (*Chemin de fer du nord*) 1910-1911, dirigée par les capitaines Périquet et Crépet, et le sergent Debost, de l'infanterie coloniale. 1/500,000e. Paris, H. Barrère, 4 feuilles.

2. Ministère des Colonies. L. Périquet, administrateur

témoigner des remarquables efforts accomplis par tous ses membres.

Dans le tome Ier du Rapport sont exposés les travaux fondamentaux accomplis par la mission en matière de géographie physique; ce sont ceux relatifs aux observations astronomiques et aux levés topographiques devant servir à l'exécution des cartes. Ces travaux, qui répondaient au but même de la mission, n'ont d'ailleurs pas été limités à la seule ligne de la frontière; des reconnaissances étendues ont, en effet, été effectuées en dehors de la zone frontière dans des régions inexplorées.

Appuyés sur 165 positions astronomiques nouvelles, dont 147 complètes (latitude et longitude), les levés topographiques opérés sur environ 23.000 kilomètres d'itinéraires, ont permis l'établissement de deux cartes : l'une à l'échelle de 1/200.000e, en 22 feuilles, qui représente la région immédiatement voisine de la frontière; l'autre, au 1/500.000e, qui, s'étendant jusqu'à une grande distance de la frontière, intéresse la cartographie générale de l'Afrique Equatoriale Française.

Pour la constitution de cette carte au 1/500.000e, M. Périquet avait à tenir compte de toutes les cartes semblables déjà existantes pour se raccorder avec elles. Ces cartes se réduisaient à trois : celle de la mission Tilho, à la même échelle, qui représente la région du Tchad; celle de la mission du Haut-Logone (mission Lenfant) et de la mission d'abornement Congo-Cameroun, due au capitaine Périquet lui-même; celle de la mission Périquet sur toute la région septentrionale du Gabon. La carte de la mission Tilho ayant utilisé les travaux les plus récents, il n'y avait qu'à se raccorder à elle sur sa limite méridionale. Quant aux deux autres, elles ont été remaniées et vont être remplacées par une nouvelle carte en 8 feuilles qui s'appuiera partout sur l'ancienne frontière qu'il s'agissait de délimiter et se raccordera au nord avec la carte Tilho. Tout cet ensemble constituera la base de la future carte au 1/500.000e de l'Afrique Equatoriale Française, mais, bien entendu, aujourd'hui elle devra déborder par delà l'ancienne frontière pour englober les territoires conquis, et il est bon d'ajouter que la première des deux cartes du capitaine Périquet citées ci-dessus donnait, du côté de l'ouest, des parties du territoire allemand.

Le Rapport de M. Périquet offre aussi cet intérêt de contenir, en dehors de l'exposé des résultats de la mission, l'examen de la méthode par laquelle ils ont été acquis, de telle sorte qu'il fournit d'utiles enseignements pour les missions analogues d'étude, de reconnaissance, d'exploration ou de délimitation, pour tout ce qui se réfère à l'astronomie, à la radiotélégraphie, à l'altimétrie, à la topographie.

En ce qui concerne la flore et la faune, les cultures et l'élevage, pour l'étude desquels le ministre des Colonies avait prescrit d'utiliser les capacités techniques des divers membres de la mission, M. Périquet a pu réunir une importante documentation qui permet d'apprécier avec exactitude les richesses de l'Afrique Equatoriale Française et de juger de son avenir.

Deux des zones de végétation caractéristiques en Afrique, forêt ou zone des lianes, zone du karité ou des savanes, ont été étudiées, et le Rapport énumère, scientifiquement dénommées et classées, toutes les familles et espèces qui ont été rencontrées, en ajoutant toutes les notions d'ordre pratique nécessaires. Seule est laissée de côté la zone des acacias, rencontré au Territoire militaire du Tchad où la mission n'a pas pénétré.

L'exploitation de la richesse forestière de l'Afrique Equatoriale Française est l'une des questions dont la mission s'est particulièrement occupée, et l'on sait quelle haute importance présentent certains produits, caoutchouc et palmier à huile notamment, et quelle est la valeur considérable des bois du Gabon. M. Périquet a donné de précieuses indications sur les mesures nécessaires à prendre pour assurer la conservation et l'extension de cette richesse.

De nombreux renseignements utiles ont été rapportés aussi par la mission sur les principales cultures pratiquées dans la colonie. Mais la nature du sol et le climat ne sont pas les seuls éléments qui agissent sur les cultures, il faut tenir compte aussi du caractère des races qui vivent dans le pays; les considérations que M. Périquet présente à cet égard permettent de se rendre compte de ce qu'il convient de faire pour amener l'indigène à nous apporter une aide plus efficace.

La faune a été étudiée au point de vue zoologique, mais s'il n'a pas été donné un inventaire complet des espèces, néanmoins toutes celles qui ont été rencontrées dans leur zone d'habitat ont été relevées. L'étude de la faune a d'ailleurs été surtout dirigée dans un sens pratique et des développements ont été donnés sur la chasse, la pêche et l'utilisation d'animaux sauvages et de leurs dépouilles. La mission s'est nécessairement occupée aussi des animaux domestiques et elle a montré quelles étaient les possibilités de l'élevage. En somme, comme le dit fort justement M. Périquet, « la culture et l'élevage en Afrique Equatoriale Française sont appelés au plus brillant avenir dès qu'il s'y trouvera des colons résolus à donner à leurs animaux et à leurs plantes les soins appropriés au climat et au sol et à tirer parti de l'eau vivifiante autrement que suivant le hasard des cours d'eau et des saisons ».

En ce qui concerne les populations rencontrées, elles ont toutes été étudiées au point de vue anthropologique. Le Dr Ringenbach, membre de la mission, a fait plus de 150 observations anthropométriques complètes, mensurations comprises.

Sur l'ethnographie, la mission a pu rapporter une documentation étendue et variée, grâce à la méthode de travail employée. Tous les collaborateurs de la mission, officiers et sous-officiers, avaient reçu des questionnaires fort bien établis avant le départ par le Dr Ringenbach et dans lesquels les sujets se trouvaient répartis d'après les aptitudes et le degré d'expérience acquise de chacun. Toutes les matières relatives à l'ethnographie auront ainsi été envisagées et les résultats obtenus se trouveront être beaucoup plus complets que si l'on avait laissé chacun libre de faire des recherches à sa convenance.

Il n'a été publié jusqu'ici, sur les populations, qu'une étude sur les langues ou idiomes parlés en Afrique Equatoriale, qui forme le volume IV du Rapport de M. Périquet. Les vocabulaires de 15 langages différents y sont relevés, dans un but utilitaire autant que scientifique, de façon à connaître les mots les plus usuels pour nos relations avec les indigènes. Les langues parlées par les peuplades de l'Afrique Equatoriale sont très variées, mais en réalité le nombre des races distinctes est assez faible, la multitude de dialectes résultant de la dissémination des populations primitives à travers les diverses régions.

En dehors de l'ethnographie et de la botanique médicale dont il s'est spécialement occupé, le Dr Ringenbach s'est appliqué aussi à recueillir tous les documents intéressant la distribution géographique de la maladie du sommeil et des glossines, de la Sangha à l'Ouahm, continuant ainsi les recherches qu'il avait entreprises au Congo depuis 1908 comme membre de la mission d'étude de la maladie du sommeil. De son côté, le Dr Guyomarc'h a, sur la frontière du Gabon, rassemblé de nombreux documents sur la filariose.

La mission dirigée par M. Périquet, avec une haute compétence, comme explorateur et géographe et comme administrateur, aura donc été une importante œuvre scientifique, très profitable pour notre grande colonie africaine.

Gustave Regelsperger.

---

des colonies, chef de mission : *Rapport général sur la mission de délimitation Afrique Equatoriale Française-Cameroun* (1912-1913-1914). Paris, Imprimerie Chapelot, 3 vol. gr. in-8°, seuls parus. — Tome Ier, *Astronomie, Topographie, Altimétrie, Radiotélégraphie*; 1915, 138 pages avec grav., planches et cartes. — Tome II, *La flore et la faune en Afrique Equatoriale Française, Culture et animaux domestiques*; 1916, [illegible] pages, avec grav. et pl., 1 carte. — Tome IV, *Vocabulaires*, 1915, 84 pages, 1 grav., 1 carte.

LE PROJET DE LOI POTTEVIN
ET LES INSTITUTS TECHNIQUES D'UNIVERSITÉS

La loi du 10 juillet 1896, qui a créé les Universités françaises, marque une date importante dans l'histoire de notre enseignement supérieur; cette réforme a eu pour effet de grouper ensemble les diverses Facultés d'un même ressort académique, de donner aux Universités ainsi constituées la personnalité civile, c'est-à-dire le droit de gérer elles-mêmes leurs affaires, de les affranchir de toute entrave dans leur vie scientifique en les rendant maîtresses de leur organisation et de leurs programmes, sans autre obligation que la collation des grades d'Etat, de réaliser en un mot des organes souples, animés d'une vie propre et susceptibles de s'adapter aux conditions spéciales dans lesquelles ils se trouvent placés.

Elle a rendu possibles la création et le développement des Instituts techniques universitaires. Mais il semble bien que ces établissements n'aient pas été la préoccupation dominante des législateurs et que ceux-ci n'aient pas prévu l'importance qu'ils prendraient, ni la forme spéciale que leur donneraient leurs conditions de fonctionnement; on peut, en effet, mettre en évidence dans leur organisation deux anomalies, résultant d'une interprétation inexacte de la loi sur les Universités : la première se rapporte aux diplômes délivrés, la seconde aux ressources de ces Instituts.

D'abord il est facile de montrer que les Instituts devraient délivrer des grades d'Etat et non des diplômes d'Université.

Le grade d'Etat donne accès aux fonctions et aux professions, il confère à celui qui le possède un droit et constitue en même temps une garantie d'ordre professionnel évidemment nécessaire; il faut que le docteur à qui son diplôme donnera le droit d'exercer la médecine justifie de certaines connaissances, sinon il devient un péril public. Le grade ne peut comporter l'étude en pleine et absolue liberté et nécessite une réglementation uniforme des enseignements nécessaires pour sa préparation.

Les diplômes d'Université sont, au contraire, des titres d'ordre purement scientifique; ils ne confèrent aucun des droits et privilèges attachés par les lois et règlements aux grades d'Etat, et en aucun cas ne peuvent être assimilés à ces derniers; ils s'adressent aux étudiants qui veulent étudier spécialement une science, sans rechercher de grade professionnel, et pour lesquels il est inutile d'exiger des garanties antérieures, ou le cours complet des études que l'on impose à ceux qui aspirent aux grades d'Etat[1].

Il aura suffi de rappeler cette distinction entre les deux catégories de titres, pour montrer que les diplômes d'ingénieur mécanicien, électricien, chimiste, doivent être des grades d'Etat. Si en effet la profession d'ingénieur est moins bien définie[2] par les lois que celles de docteur en médecine, d'avocat ou de pharmacien, elle comporte, pour les mêmes raisons que celles-ci, des garanties et nécessite, comme nous venons de l'expliquer, une réglementation des enseignements et des programmes.

L'uniformisation qui en résulte n'est pas incompatible avec le principe des Universités régionales, car ce n'est pas dans la préparation aux fonctions d'ingénieur qu'il faut rechercher l'adaptation à la région que les Universités poursuivent avec raison, mais plutôt dans les recherches et dans les études très spécialisées qui peuvent avoir comme consécration des titres d'Université, ainsi que nous l'avons déjà dit.

La deuxième anomalie est relative aux ressources des Instituts techniques. Là encore, il existe une confusion qu'il est nécessaire de faire disparaître. A partir du 1er janvier 1898, l'État a laissé aux Universités le produit des droits d'étude, d'inscription, de travaux pratiques, de bibliothèque, qui étaient avant perçus par le Trésor. C'était un don considérable pour des services déjà existants, possédant déjà locaux, matériel, personnel, mais tout à fait insuffisant pour la fondation d'établissements particulièrement coûteux par leur nature même. Comme les subventions de l'Etat ont été presque toujours négligeables (par exemple de l'ordre de 0,6 %), les Instituts ont dû réaliser ce paradoxe de s'organiser avec leurs propres ressources et même de rapporter aux Universités. On comprend que leurs débuts aient été parfois difficiles. Beaucoup n'auraient pu se développer

1. La grande majorité des Facultés des Sciences s'est prononcée, au début, contre la création des Diplômes d'Université.

2. A cet égard, il paraît utile de signaler l'organisation actuelle de syndicats groupant des ingénieurs ayant des titres bien déterminés, par exemple le Syndicat des Ingénieurs électriciens français.

s'ils n'avaient trouvé autour d'eux des aides précieuses [1].

Les auteurs des projets de loi sur l'enseignement technique paraissent avoir vu très nettement les imperfections que nous venons de signaler. M. le Sénateur Goy a présenté le 5 septembre 1915 un projet fort intéressant de réorganisation des Instituts; on peut dire qu'il a eu le grand mérite d'attirer, le premier, l'attention du Parlement sur la nécessité d'une réglementation par l'Etat et d'une large dotation de ces établissements.

M. le député Pottevin, Vice-Président de la Commission économique du Parlement, a présenté à la Chambre des Députés, le 30 juillet 1918, un projet de loi tout à fait remarquable sur l'enseignement technique des Universités [2]; on peut le résumer ainsi :

Un nombre limité d'Instituts autonomes de sciences appliquées serait organisé dans les diverses Universités; chaque établissement serait pourvu d'un Conseil de direction, composé des professeurs et chefs de service et ayant les attributions des Conseils des Facultés et d'un Conseil

1. C'est ainsi qu'à Toulouse, l'Institut Electrotechnique a été fondé en 1907 grâce au concours de la Municipalité, et en particulier de M. Bedouce, alors Maire de cette ville.

2. Texte de la proposition de loi de M. Pottevin :

PROPOSITION DE LOI DE M. POTTEVIN

RELATIVE A L'ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES APPLIQUÉES

(*Procès-verbal de la séance du 30 juillet 1918.*)

Article premier

Il peut être créé par les Universités des Instituts autonomes pour l'enseignement des sciences appliquées.

Ces Instituts seront constitués, soit séparément avec le titre de leur spécialité, soit par groupes sous le titre d'Institut des Sciences appliquées de l'Université de...

Les Instituts ou Ecoles actuellement existants pourront être constitués en Instituts autonomes aux conditions de la présente loi.

Art. 2

La création des Instituts autonomes est décidée par décret portant règlement d'administration publique rendu sur la proposition des Ministres de l'Instruction publique et des Finances, après avis du Comité consultatif de l'Enseignement technique et professionnel, et de la Section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

Art. 3

Le nombre des Instituts à créer sous le bénéfice de la présente loi est limité.

L'ensemble des créations ne pourra dépasser, pour les Universités de province, le cadre de cinq groupes régionaux d'Instituts spécialisés, chaque groupe ne pouvant comprendre deux Instituts de même spécialisation.

Les divers Instituts d'un même groupe pourront être rattachés à la même Université ou à des Universités voisines.

Art. 4

En outre de l'établissement d'Enseignement supérieur proprement dit, les Instituts pourront organiser des services de recherches pour les sciences appliquées et pour l'industrie, ainsi que des écoles professionnelles et des enseignements complémentaires aux divers degrés.

Les programmes d'enseignement seront approuvés par le Ministre, après avis du Comité consultatif de l'Enseignement technique et professionnel.

Art. 5

Des règlements d'administration publique rendus après avis du Comité consultatif de l'Enseignement technique et professionnel détermineront les conditions générales d'administration et de fonctionnement des Instituts, ainsi que l'organisation des Conseils de Perfectionnement.

En tant qu'il n'y sera pas dérogé par les dispositions résultant de la présente loi, les règles en vigueur sur le régime des Universités et des Facultés seront applicables aux Instituts.

Le budget de chaque Institut devra constituer, en recettes et en dépenses, un chapitre spécial du budget de l'Université.

Un Conseil de direction, présidé par le directeur, composé de professeurs et de chefs de service, exercera les attributions imparties par la loi aux Conseils des Facultés.

Art. 6

Chaque Institut sera pourvu d'un Conseil de Perfectionnement comprenant :

Le Recteur de l'Université, président;

Le Directeur et des représentants du corps enseignant de l'Institut;

Des représentants des Ministères, départements, des municipalités, des établissements publics; des groupements ou des particuliers qui subventionnent l'Institut;

Des représentants des Chambres de commerce et des Organisations ouvrières de la région.

Art. 7

Le Conseil de Perfectionnement délibère sur toutes les questions intéressant l'Institut qui lui sont renvoyées par le Recteur, notamment sur les programmes et l'organisation générale de l'enseignement, ainsi que sur les opérations que l'Institut peut effectuer pour le compte de l'industrie et sur les redevances qu'elles comportent.

Il reçoit communication du budget de l'Institut, en projet, et donne son avis.

Art. 8

Les directeurs et les professeurs des Instituts sont nommés par le Ministre sur une liste de présentation établie par le Conseil de Direction et le Conseil de Perfectionnement.

Les professeurs de sciences générales doivent remplir les conditions exigées pour l'admission dans le corps enseignant des Facultés.

Les professeurs techniciens ne sont soumis à aucune obligation de grades universitaires.

Le corps enseignant des Instituts est assimilé, quant au statut personnel, aux traitements et aux conditions d'avancement, au corps enseignant des Facultés.

Art. 9

Les Instituts délivreront des diplômes d'Ingénieur, au nom de l'Etat.

Un décret portant règlement d'administration publique rendu après avis du Comité consultatif de l'Enseignement technique et professionnel, fixera les conditions d'attribution de ces diplômes, ainsi que le programme des études et la nature des examens dont ils pourront être la sanction.

Le cycle des études, auxquelles donneront accès le baccalauréat ainsi que les diplômes ou examens jugés équivalents, devra nécessairement comprendre, avec la préparation scientifique complémentaire et une formation technique générale, une formation technique spécialisée. Cette dernière pourra être accessible, directement, aux jeunes gens justifiant d'une instruction générale, scientifique et technique suffisante.

Art. 10

Dans des conditions à déterminer par décret, les Instituts pourront conférer le grade de Docteur ès Sciences appliquées

de perfectionnement comprenant le Recteur, les représentants de l'Institut technique, des ministères, des départements, des municipalités, des établissements publics, des Chambres de commerce, des sociétés subventionnant l'Institut, etc... Le Conseil de perfectionnement serait chargé de délibérer sur les programmes, l'organisation générale de l'enseignement, les opérations que fait l'Institut pour le compte de l'industrie, etc... Les professeurs seraient divisés en deux catégories : les professeurs de sciences générales, devant remplir les conditions exigées pour l'admission dans le corps enseignant des Facultés, — les professeurs techniciens, qui ne seraient soumis à aucune obligation de grades universitaires. Le programme des études et la nature des examens seraient fixés par décret. Les Instituts délivreraient des diplômes d'ingénieur au nom de l'Etat et le grade de Docteur ès Sciences appliquées.

Un Comité consultatif de l'enseignement technique et professionnel, créé au Ministère de l'Instruction publique, serait chargé d'éclairer le Ministre sur les questions intéressant l'Enseignement des sciences appliquées.

Des crédits spéciaux seraient inscrits au budget du Ministère de l'Instruction publique, en vue de l'organisation des Instituts de Sciences appliquées.

J'aimerais examiner rapidement, dans cet article, les points les plus importants de ce projet de loi, en parlant plus spécialement des Instituts de Mécanique appliquée et d'Electricité industrielle.

I. — Organisation générale des Instituts

Les Instituts techniques actuels possèdent déjà un budget spécial; ils ont à leur tête un conseil de perfectionnement ayant exactement la composition prévue par le projet; d'ailleurs, le nombre de leurs élèves et l'importance de leurs laboratoires exigent leur installation dans des locaux distincts des autres services de l'Université : leur autonomie existe donc en fait, la loi ne fera que la reconnaître. Cette autonomie sera vraisemblablement analogue à celle des Observatoires; elle n'exclut pas une certaine liaison avec les Facultés des Sciences, qui se fera, comme dans ces Etablissements, par le corps enseignant.

Le groupement des divers Instituts peut dans certains cas être utile, comme par exemple pour la Mécanique appliquée et l'Electricité industrielle. M. Pottevin, avec raison, prévoit ce groupement sans le rendre obligatoire; il n'y a aucun avantage, en effet, à réunir sous une même direction un Institut de Mécanique appliquée, par exemple, et un Institut agricole.

Si l'on veut éviter de disperser, d'émietter les ressources mises à la disposition des Instituts, il faudra évidemment limiter leur nombre (l'article 3 prévoit cinq groupes régionaux d'Instituts spécialisés). Il faut remarquer, d'ailleurs, que les Universités qui ont fait preuve d'initiative et qui ont pu péniblement édifier des établissements puissants ont quelques droits à conserver l'avance qu'elles ont acquise; la réussite de leurs Instituts a prouvé qu'elles étaient particulièrement désignées par leur situation géographique pour les posséder.

II. — Enseignement et examens

C'est la partie la plus importante et la plus délicate du projet de loi.

M. Pottevin, dans son exposé des motifs, insiste avec raison sur la nécessité, dans les Instituts techniques, d'un enseignement discipliné. « Dans les Facultés des Sciences, dit-il, maîtres et élèves jouissent d'une liberté que certains ont trouvée excessive et qualifiée de licence. Nous avons déjà dit qu'elle n'était pas

---

aux candidats pourvus du diplôme d'ingénieur institué par la présente loi ou de titres jugés équivalents tels que : licence ès Sciences; diplôme d'ancien élève des Ecoles : Polytechnique, Centrale, des Mines, des Ponts et Chaussées, de Physique et Chimie industrielles, de l'Institut Agronomique.

Art. 11

Il est créé au Ministère de l'Instruction publique, sous le titre de Comité consultatif de l'Enseignement technique et professionnel, un Comité chargé d'éclairer le Ministre sur toutes les questions intéressant l'Enseignement technique ou professionnel à ses divers degrés.

Le Comité devra, en outre, constituer l'organe permanent de liaison entre les divers Départements, auxquels ressortissent des organisations d'enseignement technique ou professionnel.

Il comprend, sous la présidence du Ministre, des représentants :

Des diverses directions du Ministère de l'Instruction publique et des directions chargées de l'Enseignement technique aux Ministères du Commerce et de l'Industrie, de l'Agriculture, des Travaux publics, de la Guerre et de la Marine;

Des corps savants;

Des groupements industriels, commerciaux ou agricoles et des organisations ouvrières;

Des sociétés d'enseignement technique ou professionnel;

Des Instituts Universitaires des sciences appliquées.

Un décret déterminera les conditions de son organisation et de son fonctionnement.

Art. 12

Un crédit de vingt millions sera inscrit au budget du Ministère de l'Instruction publique pour constituer un fonds de réserve affecté à l'organisation des Instituts des sciences appliquées.

Une partie de cette somme pourra être affectée, comme première mise de fonds, aux caisses destinées à faciliter l'accès des Instituts aux jeunes gens méritants, mais sans ressources suffisantes.

incompatible avec la formation des hommes de science. Quand il s'agit de former des ingénieurs, elle serait à notre avis un obstacle. » (Pottevin : Exposé des motifs, page 58.)

La discipline à laquelle il fait allusion existe, en fait, dans les Instituts, et le reproche qu'on fait aux Facultés à ce point de vue-là ne peut s'appliquer aux Instituts universitaires, dans lesquels les élèves sont interrogés régulièrement, font des compositions hebdomadaires, subissent des appels aux séances de travaux pratiques, de dessin, et aux cours et conférences.

L'enseignement doit comprendre deux parties distinctes :

1° Celui des sciences générales;

2° Celui des sciences appliquées.

Avec l'organisation actuelle des Instituts, on consacre une année aux sciences générales et deux années aux sciences appliquées, les étudiants étant admis avec le baccalauréat ès sciences complet ou des connaissances scientifiques au moins équivalentes. On a le désir très légitime d'abréger les études, et de donner aux élèves ingénieurs, « non pas la connaissance pratique de leur profession, mais la science industrielle, c'est-à-dire la partie des connaissances scientifiques qui trouvent leur application dans l'industrie, groupées et présentées en vue de cette application » (Pottevin, Exposé des motifs, page 15). Il est nécessaire néanmoins de donner aux étudiants l'ensemble des connaissances générales qu'ils ne pourront guère acquérir après leur sortie de l'Université, lorsqu'ils seront absorbés par leurs occupations journalières. Il semble que la durée des études, qui est actuellement de trois années, soit insuffisante pour obtenir un pareil résultat. En voici une preuve : Un élève admis, après une année de Mathématiques spéciales, à l'Ecole Centrale, fait encore dans celle-ci une année de sciences générales; les deux autres années sont consacrées aux sciences appliquées. L'enseignement des Universités doit-il être moins complet que celui de l'Ecole Centrale ? Je ne le crois pas. En admettant quatre années d'études, comme dans les grands Instituts étrangers, l'étudiant admis à 18 ans dans l'Institut technique en sortirait à 22 ans et entrerait dans l'industrie à 24 ou 25 ans, après avoir fait son service militaire; cet âge paraît tout à fait convenable pour une carrière dans laquelle on occupe des positions comportant souvent une grande responsabilité. L'enseignement post-scolaire, dont nous dirons plus loin un mot, ne peut permettre à l'ingénieur que de se mettre au courant des nouveaux progrès de l'industrie; il ne peut comporter, évidemment, l'enseignement des théories générales et entrer en ligne de compte pour la réduction de la durée des études dans les Instituts techniques.

Le choix des professeurs est fait d'une façon tout à fait judicieuse dans le projet de loi. Les professeurs de sciences théoriques et de technique générale peuvent sans inconvénient être des professeurs de Facultés des Sciences; en exécutant des recherches sur des sujets se rattachant à l'industrie, ils se tiendront forcément au courant des progrès de celle-ci et pourront orienter, en vue des applications, l'enseignement général qu'ils donnent. L'industrie ne fournit-elle pas en Mécanique et en Electricité, par exemple, les meilleurs exemples, les meilleures données numériques devant figurer dans un cours de sciences générales destiné à de futurs ingénieurs ? L'habitude de l'enseignement que possèdent les professeurs de carrière sera utile dans les Instituts techniques.

Les professeurs de sciences appliquées seront des ingénieurs continuant l'exercice de leur profession, suivant le procédé qui a presque toujours été adopté dans les Instituts techniques actuels; ces professeurs ne seront soumis à aucune obligation de grades universitaires. Il est à craindre seulement que les professeurs de sciences appliquées ne consacrent à leur enseignement qu'une partie restreinte de leur temps. Il sera bon de les faire aider et suppléer par des répétiteurs pouvant rester constamment en contact avec les élèves.

M. Pottevin attache la plus grande importance aux travaux pratiques de Laboratoire. Ces travaux, en corrélation intime avec l'enseignement, ont été dès le début particulièrement développés dans les Instituts techniques des Universités; c'est là, je crois, une des causes les plus importantes de leur succès. Les Universités ont organisé des laboratoires d'enseignement possédant un matériel très complet et très puissant, qui permet aux étudiants de vérifier les méthodes les plus importantes employées dans l'industrie moderne et d'exécuter l'ensemble des mesures et des essais industriels qui se rencontrent le plus fréquemment dans la pratique.

On a critiqué l'emploi de machines puissantes pour l'enseignement. Cette opinion provient d'une connaissance incomplète de la question. La règle que nous avons adoptée à Toulouse est la suivante : la machine choisie doit être le modèle industriel (modèle de série) de puissance minimum ; par exemple, on désire mettre entre les mains des élèves une machine compound à vapeur surchauffée d'un modèle courant : on adoptera une puissance d'une centaine de chevaux,

parce que des machines moindres n'existent pas dans l'industrie et qu'il serait nécessaire, si l'on voulait réaliser un modèle de puissance moindre, de faire construire un type spécial qui n'aurait pas les qualités qu'on utilise dans de pareilles machines. On serait donc amené à donner aux élèves des idées fausses. Quand le modèle industriel peut être sans inconvénient de puissance très faible, d'autres considérations interviennent pour l'adoption d'une puissance minimum au-dessous de laquelle on ne doit pas descendre. Si l'on veut, par exemple, exécuter des essais utilisant l'hypothèse de l'égalité du rendement d'une dynamo fonctionnant comme générateur et comme moteur, il est essentiel d'employer des machines d'une puissance suffisante pour que cette égalité soit réalisée; elle ne l'est pas, en général, pour les machines de quelques chevaux.

Il est utile, en outre, de faire étudier par les élèves le fonctionnement des machines défectueuses, par exemple de montrer les anomalies provenant, dans un alternateur ou dans un moteur asynchrone, d'une erreur de bobinage; les machines peuvent être dans certains cas disposées convenablement pour faciliter de pareilles études: par exemple, la machine à vapeur dont nous parlions permet, au moyen des tiges qui commandent les soupapes, de dérégler le fonctionnement de celles-ci et d'obtenir divers types de diagrammes défectueux. Lorsque l'étudiant devenu ingénieur les rencontrera dans un essai, il pourra diagnostiquer immédiatement quelle en est la cause. Pour employer une comparaison, il ne suffit pas de faire l'étude de l'anatomie et de la physiologie des machines, il faut encore envisager leurs défectuosités, c'est-à-dire leur pathologie. Le matériel peut encore être disposé pour produire facilement de fausses manœuvres, bien entendu avec toutes les précautions désirables et sans, je tiens à le répéter, que les dispositions employées diffèrent de celles qu'on rencontre dans l'industrie, pour éviter, comme je le disais plus haut, de donner aux élèves des idées fausses. Le cadre de cet article ne nous permet pas d'exposer plus longuement l'organisation des travaux pratiques à ce point de vue.

Des laboratoires permettant un enseignement aussi complet que nous venons de l'expliquer nécessiteront un personnel nombreux et expérimenté. Ils entraîneront de très grosses dépenses que M. Pottevin prévoit, puisqu'il inscrit à la fin de son projet un crédit de 20 millions pour constituer un fonds de réserve affecté à l'organisation des Instituts des sciences appliquées.

Le projet de loi prévoit aussi l'organisation d'enseignements courts, intensifs et spécialisés, destinés aux ingénieurs déjà en exercice, qui veulent étudier telle question particulière; ces enseignements devront, indépendamment des cours, comprendre nécessairement des travaux pratiques. Un exemple emprunté à notre organisation permettra de faire comprendre leur caractère: un ingénieur appelé à installer un moteur Diesel désire en étudier le fonctionnement d'une façon approfondie; il s'adresse à l'Institut technique qui, indépendamment des enseignements sur les machines thermiques, lui fournit toutes les indications bibliographiques nécessaires, met à sa disposition tous les documents utiles et l'ensemble des machines et appareils indispensables pour une étude complète, depuis l'essai du pouvoir calorifique du combustible à la bombe calorimétrique ou au calorimètre Junkers, jusqu'aux indicateurs, tachymètres enregistreurs, dynamos, freins, torsiomètres, etc. Il a en même temps à sa disposition les pièces détachées du moteur, qu'il peut démonter, remonter grâce à des dispositions particulières, sans qu'il en résulte d'inconvénients, et dont il peut dérégler et régler les divers organes, en particulier les soupapes qu'il étudie au moyen d'indicateurs... Cet ingénieur pourra ainsi en très peu de temps acquérir des connaissances à la fois très pratiques et très élevées; c'est là, croyons-nous, le véritable enseignement post-scolaire.

Dans le projet Pottevin, les diplômes sont donnés par l'Etat: ils constituent par conséquent des grades d'Etat; nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons déjà dit à cet égard.

Le projet prévoit également la préparation dans les Instituts du doctorat de Sciences appliquées: cette question nous amène à parler des recherches.

III. — Recherches

Les Instituts techniques doivent entreprendre des recherches se rapportant aux industries des régions dans lesquelles ils se trouvent, comme le veut le principe même des Universités régionales. Comme les usines ne sont pas, sauf dans des cas tout à fait exceptionnels, organisées en vue des recherches, et que les phénomènes utilisés ne présentent pas, en général, la séparation des variables essentielle pour l'expérimentation [1], les études industrielles devront être d'abord poursuivies dans des Laboratoires. Malgré la faiblesse des moyens dont ceux-ci disposent, il

1. Camichel : *Le Laboratoire et l'usine* (Privat, éditeur).

sera parfois possible d'y reproduire assez complètement, en les simplifiant, les conditions réalisées dans la pratique pour que les résultats ainsi obtenus trouvent à l'usine leur vérification et leur application : une méthode expérimentale organisée (en petit) au laboratoire peut alors être transportée sans changement à l'usine.

Un exemple fera bien comprendre notre pensée : une conduite de 80 mm. de diamètre et de 100 m. de longueur fonctionnant sous une charge de 20 mètres d'eau permettra, par exemple, de mettre en évidence les lois des surpressions qui s'appliqueront sans aucun changement à des conduites de 1 m. 20 de diamètre alimentant des turbines de 4.000 chevaux, sous la charge de 120 mètres d'eau. Les procédés de mesure et d'expérimentation, dans l'un et l'autre cas, seront identiques.

Il est inutile d'ailleurs d'insister davantage sur cette question, la nécessité des laboratoires en vue de recherches industrielles étant reconnue par tout le monde. M. Pottevin attache une importance toute particulière à leur organisation.

IV. — Essais industriels

L'article 7 du projet de loi mentionne les opérations que les Instituts peuvent effectuer pour le compte de l'industrie. Les essais que font actuellement ces établissements sont de deux sortes :

1° Essais de contrôle d'appareils divers : ampèremètres, voltmètres, wattmètres, compteurs, manomètres, moteurs électriques et autres, etc. ; — essais de matériaux, etc...

2° Autres essais devant se faire à l'usine ; ce sont des essais de réception. En particulier, les essais des grandes Centrales hydro-électriques dans les Alpes et les Pyrénées ont donné lieu à des conventions entre les Universités de Grenoble et de Toulouse et la Société Hydrotechnique de France. Ces essais présentent le plus grand intérêt, en raison des services qu'ils peuvent rendre à l'industrie régionale ; ils augmentent le champ d'investigation des Instituts techniques et les mettent en relation constante avec les usines de leur région ; c'est avec raison qu'ils sont prévus dans le projet de loi.

V. — Conclusion

En résumé, la loi proposée par M. Pottevin a l'avantage d'aborder tous les problèmes soulevés par la question si complexe de l'enseignement technique ; elle a un caractère assez général pour laisser au Ministère de l'Instruction publique et aux Universités le soin de régler les détails de l'organisation ; elle a l'avantage de conserver ce qui a été créé depuis vingt ans par les Universités ; elle perfectionne, sans rien détruire ; elle paraît concilier, avec justice, les indications et suggestions qui ont été présentées par les personnes les plus autorisées[1] ; elle ne crée pas d'organisme administratif nouveau ; elle évite les gaspillages ; enfin, elle est conforme à la tradition des Universités françaises : elle ne sépare pas les Facultés des Sciences et les Instituts, tout en laissant à ceux-ci l'autonomie nécessaire.

Il faut souhaiter de la voir adopter sans modifications par le Parlement.

C. Camichel,
Professeur à la Faculté des Sciences,
Directeur de l'Institut Electrotechnique et de Mécanique appliquée de l'Université de Toulouse.

1. Voir les articles parus dans la *Revue générale des Sciences* sur l'enseignement technique :
P. Rivals : Sur l'organisation de l'enseignement supér. technique dans les Universités (n° du 30 mars 1916, p. 169) ;
P. Janet : Du rôle des Universités dans l'enseignement techn. supér. (n° du 30 juin 1916, p. 362) ;
L. Zoretti : Les nécessités de l'enseignement techn. supér. (n° du 15 juillet 1916, p. 406) ;
D. Hurmuzesco : L'organisation de l'enseignement technique supérieur auprès des Universités de Roumanie (n° du 15 novembre 1918, p. 612).

LES RÉACTIFS BIOLOGIQUES DE L'ESPÈCE ET LA SPÉCIFICITÉ PARASITAIRE

Les définitions de l'espèce ont été successivement morphologiques, anatomiques, génétiques et enfin biochimiques, les biologistes ayant cherché de plus en plus à caractériser spécifiquement les êtres vivants par les réactions chimiques de leur substance, de leurs diastases ou de leurs produits d'excrétion.

I. — Valeur des êtres vivants comme réactifs biochimiques et biologiques

Or, il n'existe pas de réactif plus délicat que la matière vivante : plus aisément que nos meilleurs appareils, et que nos réactifs inorganiques ou organiques les plus sensibles, l'organisme

vivant met en évidence, par ses actions diastasiques, la différence entre tel hydrate de carbone et son isomère optique, et, de plus en plus, le chimiste analyste appelle à son aide les réactifs biologiques [1].

Bien mieux encore, l'être organisé peut rendre sensibles et apparents les caractères biochimiques et biologiques propres à chaque groupement d'individus.

Les relations syntrophiques, les relations d'endotrophes à hôtes sont donc d'excellents critères de l'espèce biologique [2].

Les parasites peuvent devenir des réactifs biologiques d'une sensibilité telle qu'elle dépasse l'espèce élémentaire, et qu'elle permet de distinguer des groupements biologiques autrement indiscernables.

En face des parasites qui n'infectent que telle espèce, variété ou groupe biologique, on peut trouver des exemples de distinction établie par certains organismes vivants entre des espèces parasites qu'aucun caractère morphologique ou biochimique ne nous permet de différencier. Les espèces biologiques de Rouilles, établies d'après leurs actions sur les différentes céréales, peuvent être décomposées en « races physiologiques » par l'emploi judicieux de ces réactifs biologiques. Deux ou *n* formes biologiques peuvent, en effet, infecter également plusieurs espèces de Graminées sauvages et de Céréales, mais leur action respective sur l'une au moins de nos Céréales diffère assez pour rendre leur distinction facile.

Ainsi, l'emploi des diverses variétés de Blé (*Triticum vulgare*, T. *compacti*, T. *monococcum*, T. *dicoccum*...) comme hôtes différentiels a amené E. C. Stakman [3] à décomposer la forme biologique *puccinia graminis tritici* en 10 ou 12 formes raciales différant par leur effet sur l'une quelconque des variétés de Blé. Deux de ces races peuvent se confondre en tout, sauf en leur action sur l'une au moins de nos variétés de blé, action qui peut être dissemblable, et amener des résultats totalement différents [4].

II. — Parasites spécifiques et parasites omnivores

La spécificité et par suite la valeur analytique des parasites est d'ailleurs fort variable. — Les uns s'adressent électivement à des groupes variétaux très étroits, d'autres à telles espèces déterminées, d'autres sont des parasites génériques, familiaux, attaquent même des plantes appartenant à plusieurs familles voisines, ou enfin sont omnivores.

La spécificité parasitaire est d'autant plus étroite qu'il doit s'établir entre le parasite et l'hôte une relation syntrophique plus parfaite, que l'hôte résiste mieux à l'infection et que le consortium hôte-endotrophe a une durée plus longue. Les Rouilles, les organismes des mycorhizes et des nodosités radicales, les *Exobasidium* et les *Glœosporium* des « Faux-balais de sorcières » des Ericacées, sont des exemples d'endotrophes variétaux ou spécifiques.

Le *Bac.* (*Pseudomonas*) *radicicola* des nodules des Légumineuses est, pour Hansen [1], un bon exemple d'endotrophe limité à une famille, avec des *variétés* spécifiquement associées à certains genres de Légumineuses [2].

La bactérie du « Rot-brun » ne paraît parasite que pour les Crucifères; nous avons observé à Barèges une Bactérie capable de produire des galles en couronne sur toutes les Caryophyllées, mais seulement sur les représentants de cette famille.

Smith rapporte au même *Bact. tumefaciens* les galles en couronne produites sur les plantes appartenant aux familles les plus diverses.

Mais ce sont surtout les parasites ectotrophes ou ceux qui amènent rapidement la mort de l'hôte [3] qui sont omnivores.

Telle rouille, infectant son hôte spécifique habituel, n'y déterminera pas la mortification des cellules, qui, inoculée à une variété résistante, déterminera rapidement la nécrose des plages d'infection, et, sans s'étendre, verra son

1. A. Ch. Chapman : Quelques récents progrès de la Chimie analytique. *Rev. gén. des Sc.*, t. XXVIII, p. 469; 15-31 août 1917.

2. L. Legrand : Les caractères biochim. de l'Espèce. *Ibid.*, t. XXIX, p. 337; 15 juin 1918.

3. Par exemple, le *Puccinia graminis tritici* et le *P. graminis secale*, qui attaquent également bien plusieurs graminées et l'orge, sans infecter l'avoine, se distinguent en ce que la forme *Tritici* attaque faiblement le seigle et fortement le blé, tandis que la forme *Secalis* attaque fortement le seigle et pas du tout les blés.

4. Stakman et Piemeisel : A new strain of P. graminis. *Phytopat.*, t. VII, n° 1, p. 73; 1917. — Stakman et Piemeisel : *J. Agric. Res.*, t. X, n° 9, p. 429-496; 1917. — Levine et Stakman : *Ibid.*, t. XIII, n° 12, p. 651; juin 1918. — Stakman, Parker et Piemeisel, *Ibid.*, t. XIV, n° 2; juill. 1918. — Stakman et Hoerner : *Phytopath.*, t. VIII, n° 4, p. 143-149; avril 1918.

1. T. J. Burrill et R. H. Hansen : Is symbiosis possible between legume bacteria and non-legume plants? *Univ. Illinois Agr. Exp. St.*, *Bull.* 202, p. 125-40; Urbana, juil. 1917.

2. Zipfel : *Cent. f. Bakt.*, 1912. — Klimmer et Krüger : *Ibid.*, 1914, cités par Burrill et Hansen.

3. Une cinquantaine de familles d'Angiospermes, plusieurs Gymnospermes et des *Equisetum* comptent des représentants susceptibles d'être infectés par le *Rhizoctonia Solani* Kühn (C. L. Peltier : Paras. *Rhizoctonia* in America. *U. Ill. Ag. Exp. St. Bull. 189*, Urbana, juin 1916. — R. M. Duggar : *Rhizoctonia Crocorum* et *R. solani*. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, t. II p. 404; 1915).

mycélium mourir rapidement au milieu des cellules-hôtes tuées[1].

La spécificité parasitaire est donc concomitante d'un équilibre quasi symbiotique, permettant une longue survie des tissus parasités et une longue vie des parasites dans les tissus.

Les relations taxonomiques et phylétiques des hôtes peuvent encore se déduire de leur susceptibilité respective aux mêmes parasites, et ce critère vient en général confirmer la légitimité des classements basés sur les caractères morphologiques ou anatomiques. Les chances d'infection de rouille d'une espèce à l'autre sont d'autant plus faibles que les deux espèces sont moins voisines taxonomiquement (Ward, Freeman...).

L'infection d'espèces à espèces se faisant d'autant mieux qu'elles sont plus voisines, on peut admettre que des *formes de passage*, intermédiaires entre deux espèces plus distantes, puissent, de proche en proche, permettre à un parasite de passer d'une espèce à une autre espèce assez distante. Soit par exemple, dans une même station, des variétés très susceptibles S, peu susceptibles S′, peu résistantes R′ et très résistantes R. Une rouille de S, incapable d'infecter directement R, pourra infecter successivement S′, R′ et de là R. (Ward, 1903, Salmon, 1904; Freeman et Johnson, 1911[2].)

III. — Caractère relatif de la spécificité parasitaire

La question n'est pas résolue de savoir si la virulence d'un parasite est exaltée par le passage sur des végétaux réceptifs. Mais, si la spécificité parasitaire ne dépend pas de l'histoire biologique du parasite, elle varie avec son âge[3], avec la massivité de l'infection, avec l'âge et l'état de réceptivité de l'hôte. Un même hôte résistera à une infection faible et succombera à une infection suffisamment massive : — les bactéries non parasites (*B. vulgatus*, *B. putridus*...) qui, injectées en petit nombre dans les tissus, sont rapidement lysées et agglutinées par les protéines de l'hôte, se développent en parasites quand on les inocule en grande masse (3-8.000) dans se Pommes de terre, les Betteraves et les *Sempervivum*[1].

Les plantes réceptives, où les parasites fructifient abondamment, deviennent, pour les plantes plus résistantes du voisinage, le point de départ d'infections massives redoutables[2].

Les hôtes réceptifs, en hébergeant le parasite pendant l'hiver, assurent sa pérennité et permettent l'infection printanière des végétaux voisins, au moment de leur sensibilité maximum[3].

Enfin, les exemples sont innombrables de parasites secondaires infectant les tissus affaiblis par des parasites, traumatisés, intoxiqués ou anesthésiés. Les plantes normalement résistantes à l'*Erysiphe graminis* se laissent infecter après anesthésie (Salmon). Les seigles soumis aux vapeurs d'éther, de chloroforme, d'oxyde nitreux, s'infectent plus facilement et plus gravement avec le *P. graminis avenae*. (Stakman 1914.) — L'action des anesthésiques contribue à briser les barrières opposées par l'hôte à l'infection.

La surnutrition azotée prédispose également l'hôte à l'infection[4].

IV. — Conclusion

La spécificité parasitaire et la résistivité des hôtes sont des caractères qui, quoique relatifs, sont assez stables, permanents, héréditaires, et qui ne dépendent immédiatement d'aucun facteur écologique.

Il est néanmoins de la plus haute importance de détruire les hôtes réceptifs, causes de pérennité du parasite, et d'infections massives[5].

---

1. Les rouilles, quand elles mortifient des cellules, ne les mortifient en général que dans une zone annulaire, périphérique.

Stakman : A study in Cereal rusts. *Un. Minnesota. Agr. exp. St. Bull.* 138, p. 42, pl. VII et VIII, Saint Paul, 1914. — Id. : Relation between *P. graminis* and plants highly resistant... *J. Agric. Research*, t. IV; juin 1915.

2. Pole Evans, — de ce que le croisement de variétés résistante et susceptible donne un hybride plus susceptible que le parent susceptible, — conclut que les hybrides peuvent servir de forme de passage à la rouille et, exaltant sa virulence, lui permettre d'infecter les variétés autrefois résistantes. Heureusement, les résultats plus récents de Stakman montrent que le passage sur les variétés les plus sensibles n'exalte pas la virulence d'une rouille et, ne la rend pas infectante pour les variétés connues comme résistantes.

3. Les *Cuscuta epithymum*, ayant germé sur des Légumineuses, envoient leurs filaments adultes infecter les plantes voisines les plus diverses des broussailles pyrénéennes (*Calluna*, *Vaccinium*, *Arctostaphylos*, *Rhododendron*, *Daphne*).

1. *Bot. Gaz.*, p. 86; janv. 1916.

2. Dans l'Indiana et le Wisconsin, le maïs favorise l'infection par le *Gibberella* des blés qui lui succèdent (Hoffer, Johnson et Atanasoff : *J. Agr. Res.*, t. XIV; sept. 1918). — Le tabac, qui montre 80 % de plants « fanés » dans les sols où il succède au tabac, aux tomates..., en montre moins de 10 % sur les sols débarrassés depuis cinq ans de ces hôtes du *Bact. Solanacearum* (*U. S. Dept. Agr. Bull.* 562, 1917).

3. La conservation des Bactéries de la Nielle du Poirier se fait dans le tronc de quelques rares individus, dont les taches exsudent au printemps les Bactéries qui vont infecter les Pomacées dans un rayon de plusieurs kilomètres.

4. Un *Ovularia*, qui infecte les *Veronica beccabunga* des fosses à purin, manque toujours sur les mêmes plantes moins nourries des ruisseaux de Barèges.

5. La destruction des quelques Poiriers porteurs de taches hivernales de Nielle suffit à faire disparaître la maladie dans la région (Smith : *Ann. Mo Bot. Gard.*, p. 399; 1915. — *Rapp. Fermes exp. n° 16*, p. 104. Ottawa, 1916).

Les parasites qui contractent avec l'hôte une association syntrophique durable se montrent d'une exigence spécifique telle qu'elle conduit à décomposer en groupes physiologiques raciaux, les plus ultimes des groupes morphologiques. Ces parasites se montrent donc les meilleurs réactifs pour définir les groupements spécifiques et les rapports phylétiques des différentes espèces[1].

J. Dufrénoy.

1. Nous remercions vivement le Dr E. C. Stakman, directeur de la Section de Phytopathologie de l'Université du Minnesota, des documents imprimés et inédits qu'il a bien voulu nous adresser pour cette étude.

REVUE DE GÉOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE[1]

III. — Tectonique

§ 1. — Les lames cristallines du Val Ferret

On sait par M. Maurice Lugeon que les hautes Alpes calcaires de la Suisse sont formées par des nappes empilées et que la plus basse de ces nappes est celle de Morcles. Dans cette nappe, la série renversée de la nappe recouvrante repose sur le Flysch autochtone par l'intermédiaire d'une lame de granite et de gneiss broyés. La nappe s'enracine dans la vallée du Rhône et son flanc renversé pénètre en profondeur dans la prolongation du synclinal de Chamonix; les lames de roches cristallines broyées sont l'homologue de celles des gneiss du Mont Joly.

Des lames de même nature viennent d'être découvertes sur le *flanc Sud-Ouest* du Mont Blanc par M. Rabowski[2]. Elles plongent de 60 à 70° au S.-E., en concordance avec la série sédimentaire qui les entoure. Tronçonnées, elles jalonnent le Val Ferret, sur une distance de 16 km., devant se rattacher en profondeur à quelques points internes de ce massif, et toujours séparées à la surface par une zone sédimentaire, en repos normal sur les terrains cristallins, mais repliée sur elle-même.

La formation des lames de cette partie du socle hercynien est limitée à deux zones présentant entre elles une grande analogie. En effet, de même que les lames du Val Ferret sont disposées derrière le Mont Blanc, massif ayant servi de *butoir* à la propagation des nappes pennines, de même les lames du Mont Joly, de la Dent de Morcles et de la Dent du Midi sont situées derrière les massifs Belledonne-Aiguilles Rouges, massifs qui, à leur tour, ont joué le rôle d'obstacle à l'avancement des massifs de l'Aar et du Mont Blanc. Le bord interne de ce dernier a souffert davantage sous l'influence des poussées pennines que la masse centrale et, par suite, les coins de cette zone ont cédé sous la pression du flux intra-alpin, en se laminant et en se laissant entraîner plus avant.

Il en est de même pour le massif de Belledonne-Aiguilles-Rouges. Toutefois, si ici la partie interne jusque-là rigide de l'obstacle a été écorchée, la bande frontale du massif semi-rigide des massifs du Mont Blanc et de l'Aar a dû céder en se résolvant en lames. Ainsi se trouve corroborée une conclusion déjà formulée par M. Lugeon : c'est que lorsque, dans l'écorce terrestre, des tranches énormes se meuvent sous des poids considérables, la plasticité devient telle que la *série autochtone arrive à subir des déplacements, mais inégaux et variables.*

Ces phénomènes, analogues à ceux qui ont produit les lambeaux de poussées franco-belges, étudiés par Gosselet, sont bien mis en évidence par la tranchée ouverte par le Rhône entre Martigny et Saint-Maurice.

Sous l'énorme poids de la nappe en mouvement, conclut M. Rabowski, la série autochtone a été entraînée vers le Nord; ses élément inégalement déplacés se sont accumulés dans les creux, comme le sable chassé par le vent s'accumule derrière les obstacles.

Cette interprétation semble judicieuse et explique des anomalies de structure dont la solution n'avait pu jusqu'ici être donnée d'une façon satisfaisante.

§ 2. — Tectonique des Asturies

La région des Asturies, qu'ont illustrée les belles études stratigraphiques de M. Ch. Barrois[1],

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sc.* du 15 janvier 1919, p. 20 et suiv.

2. Rabowski : Les lames cristallines du Val Ferret et leur analogie avec les lames N. W. du massif du Mont-Blanc et de l'Aar. *Soc. vaud. des Sc. nat.*, 5 décembre 1917.

1. Ch. Barrois : Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie (Espagne). *Mém. Soc. géol. du Nord* t. II, n° 1; 1882

était moins connue au point de vue tectonique, et nombre de problèmes pouvant être soulevés à ce point de vue n'avaient pas encore reçu leur solution. M. P. Termier [1], le savant directeur du Service de la Carte géologique de France, a eu l'occasion, en janvier 1918, d'étudier les rapports du Houiller et du Dévonien aux environs d'Arnao; il a pu constater que le contact de ces deux terrains est toujours anormal, qu'une zone de roches broyées ou *mylonites* s'intercale entre eux, et que souvent les bancs voisins du contact prennent la disposition lenticulaire caractérisant les *étages étirés*.

Les deux formations sont disposées en un *pli couché* au S.-E., qui se prolonge en mer dans la direction N.-N.-E., jusqu'à une distance inconnue.

Sur la plage même et à côté du pavillon des bains, le Houiller se présente à inclinaison N.-W. et repose sur la mylonite. Vers le Nord, cette mylonite se redresse et devient verticale. Elle consiste alors en un banc de calcaire dévonien complètement brisé, dans les cassures duquel est injectée de l'argile noire résultant de l'écrasement du Houiller.

Ce développement des mylonites au contact des deux terrains est la preuve d'un *trainage* du Houiller sur le Dévonien antérieurement à la formation du pli couché.

Le contact en question est une *surface de charriage* et le Houiller d'Arnao est un *lambeau de recouvrement* que le plissement stéphanien a ensuite ployé comme le Houiller autochtone. On est en droit de conclure que « l'étirement par trainage a supprimé des étages entiers, sans cependant briser la couche, celle-ci se comportant comme une matière élastique ».

Une autre localité, étudiée par M. Termier, se trouve dans le voisinage d'Oviedo, où existent de grandes roches dénudées très blanches : « *Las Penas* » (Les roches) de Careses, considérées comme liasiques par les auteurs espagnols. En réalité, elles appartiennent au Dinantien (calcaire cabonifère), car on y a trouvé un *Productus*, lors du creusement d'un tunnel. Cette attribution soulève un autre problème tectonique non moins intéressant.

En effet, ces roches surgissent du sein des argiles bariolées du Trias qui les entourent complètement. Chacune de ces « Penas » est un anticlinal montant des profondeurs du Trias, le crevant comme une *hernie*. Dans toutes, les calcaires assez redressés et souvent verticaux présentent de nombreux contournements et replois.

Si, d'autre part, l'on suit dans la direction E. 10° — S. la zone anticlinale qui a donné les « hernies » de Careses, on la voit garder son caractère de zone à plis serrés. Près du village de Fresnedo, on est au contact du Trias et du Crétacé, mais les conditions du contact sont troublées par le passage de la zone anticlinale. Il y a une « *hernie* » faisant apparaître brusquement le Houiller, et cette hernie se trouve sur le prolongement de la chaîne qui, à Careses, fait surgir les Penas dinantiennes.

Ainsi apparaît, sur un parcours de 16 à 17 km., dans le manteau de terrains secondaires recouvrant le Primaire des Asturies, une zone anticlinale parallèle à la grande bande crétacée. Comme celle-ci, elle est un pli pyrénéen d'âge tertiaire, croisant sous un angle d'environ 40° les plis hercyniens du Primaire.

Il y a donc, dans la région asturienne et spécialement dans la partie centrale voisine d'Oviedo, deux chaînes de montagnes qui se croisent et sont d'âge différent : l'une d'âge houiller (*chaîne hercynienne*) formant un faisceau de plis de direction N.-N.-E. ou N.-E. accidentant le bassin houiller et qui, cachée partiellement sous un manteau de terrains secondaires, court à la mer; l'autre d'âge postnummulitique (*chaîne pyrénéenne*) est formée de plis dirigés E. ou E.-S.-E. et affecte çà et là les terrains secondaires.

Cette seconde chaîne se prolonge à l'Est dans les provinces de Santander et de Palencia, toujours avec la même direction; plus loin, vers l'Est, elle se poursuit dans la région crétacée et se continue à travers la Biscaye et les provinces basques jusqu'aux Pyrénées.

Il est à remarquer que, dans la province de Léon, les deux chaînes ne sont plus *croisées*; elles se sont *superposées*. En ce point, le plissement tertiaire très intense a modifié l'allure des plis hercyniens et leur a donné la direction E. au lieu de la direction originaire N.-W. Il a rétréci la largeur qu'ils occupaient, « comme si les axes extérieurs de la chaîne hercynienne s'écrasaient ou comme s'ils s'enfonçaient sous un recouvrement formé par les arcs intérieurs ».

Y a-t-il, se demande M. Termier, des charriages préliminaires au plissement pyrénéen? Se basant sur les travaux de MM. Léon Bertrand et Louis Mengaud, il croit pouvoir répondre par l'affirmative, spécialement pour la région comprise entre Santander et Llanes, ayant encore constaté que, près de Cervera, la bande crétacée violemment plissée plonge au Nord sous le

[1] P. Termier : Contributions à la tectonique des Asturies : anomalies au contact du Houiller et du Dévonien d'Arnao. *C. R. Acad. des Sc.*, t. CLXVI, p. 434; mars 1918.

pays primaire. Il semble donc bien que ce dernier pays est *poussé du Nord au Sud sur le Crétacé* de cette bande et sur les plateaux de la Castille.

En résumé, conclut notre savant confrère, dans les Asturies, dans les provinces de Santander, Palencia et Léon, se reconnaît la succession suivante de phénomènes orogéniques :

1° *Charriages anté-stéphaniens ou stéphaniens inférieurs*, probablement en rapport avec ceux du Massif Central de la France ;

2° *Plissements hercyniens*, produits à l'époque stéphanienne, façonnant la région en plis serrés ;

3° *Charriages post-nummulitiques*, résultant d'une violente poussée du Nord au Sud et déterminant l'avancée générale du pays cantabrique sur la région tabulaire de la Castille ;

4° *Plissements pyrénéens* postérieurs à ces charriages, souvent réduits à de larges ondulations.

Ces conclusions, que les géologues espagnols n'avaient pas entrevues, jettent un jour nouveau sur la tectonique de ces régions et apportent une importante contribution à l'histoire des chaînes montagneuses du continent enropéen.

§ 3. — Phénomènes de charriage dans les chaînes de l'Afrique du Nord

Nous nous proposions de résumer ici les importants travaux de MM. L. Gentil et L. Joleaud sur ce sujet ; mais les auteurs ayant exposé eux-mêmes leurs principaux résultats dans un récent numéro de cette Revue [1], nous y renvoyons le lecteur.

IV. — Géologie régionale

§ 1. — Géologie de la Nouvelle-Calédonie

Nos colonies françaises, qui pendant longtemps ont été quelque peu délaissées par les géologues, ont fait l'objet, en ces dernières années, d'importants travaux. A ceux déjà parus et dont nous avons rendu compte (géologie de l'Afrique du Nord, géologie de Madagascar, etc.) vient s'ajouter une monographie de la Nouvelle-Calédonie due à M. Maurice Piroutet. En 1917, ce géologue présentait comme thèse de doctorat un important Mémoire intitulé : « *Etudes stratigraphiques sur la Nouvelle-Calédonie* ». Fruit de recherches effectuées en 1901, 1905 et 1909, ce travail rectifie les idées plus ou moins erronées qui régnaient sur cette partie de nos possessions coloniales. Des horizons fossilifères bien définis ont permis de préciser l'âge des terrains qui forment le sous-sol de cette île et d'écrire l'histoire des principales phases d'une partie du géosynclinal circumpacifique.

Située, comme on le sait, dans la partie méridionale du Pacifique et à l'Est de l'Australie l'île de la Nouvelle-Calédonie se divise au point de vue orographique en deux régions : 1° côte occidentale ; 2° chaîne centrale et côte orientale.

Les formations géologiques distinguées par l'auteur sont les suivantes : I. Schistes cristallins ; II. Schistes anciens (Algonkien, Paléozoïque ?) ; III. Permo-Trias ; IV. Jurassique supérieur et Crétacé ; V. Eocène ; VI. Roches éruptives.

1. *Schistes cristallins.* — Ces schistes consistent en gneiss, micaschistes et schistes sériciteux.

Les gneiss et micaschistes se montrent dans la Grande Terre entre Pam et Panié, ainsi qu'entre le rivage oriental et les vallées du Diahot et de la Haute-Ouaième.

Les schistes à séricite ont une plus grande extension ; ils se rencontrent dans l'intérieur même de la bande des gneiss et micaschistes, lui font une bordure vers l'Ouest, le Sud-Ouest, et se poursuivent au Sud, sur une certaine longueur près de la côte. D'autres lambeaux se montrent encore sur quelques points de l'île : le plus important constitue le vaste bassin de la Kamendoua, le mont Poindala, les crêtes de Sénéta et du Tandji. Une autre bande est visible dans les crêtes situées entre Bourail et Houaïlou.

L'horizon paraissant le plus ancien est celui des gneiss. Au-dessus, passent les micaschistes avec des intercalations de gneiss qui, d'abord assez importantes, le deviennent peu à peu beaucoup moins. Arrivent ensuite des micaschistes devenant sériciteux, par places, et passant insensiblement aux véritables schistes à séricite.

Nulle part, ces assises ne paraissent avoir une origine éruptive ; ce sont des formations nettement métamorphiques.

Dans le Nord de l'île, la série métamorphique a été affectée par des plissements d'une certaine importance.

Dans la région d'Oubatche s'observe le pli le plus oriental. En partant de cette région, pour se diriger vers l'intérieur, on traverse les bandes suivantes : 1° *bande de schistes à séricite* avec roches à amphibole, à glaucophane, et chloritoschistes ; 2° *bande de micaschistes*, dans la partie centrale de laquelle existent des intercalations

1. *Rev. gén. des Sc.* du 15 oct. 1918, t. XXIX, p. 533

gneissiques. (Elle occupe l'axe d'un pli anticlinal déversé vers la mer dans sa partie nord, déversé vers l'intérieur dans sa partie sud, et droit dans sa partie centrale); 3° *bande de schistes à séricite* constituant le sommet de l'Ignambi et n'étant autre chose que la partie axiale du pli synclinal ; 4° *bande de gneiss de Coréo* constituant la partie axiale d'un pli anticlinal, présentant ici une aire de surélévation ; 5° *large bande de schistes à séricite* bordant et recouvrant du côté oriental et au Sud-Est la région des gneiss et micaschistes. Cette bande est fortement plissée, paraissant formée de plis droits, sauf au Sud de la Ouaïème.

II. *Schistes anciens ou série supérieure.* — Ces schistes se présentent sous deux faciès : l'un se rencontre dans le Nord sur la bordure de la série cristallophyllienne et l'autre dans le reste de l'île.

La partie tout à fait supérieure est principalement constituée par des schistes argileux phylladiens ; des roches éruptives vertes y sont souvent interstratifiées.

Trois bandes de ces schistes peuvent se suivre entre Houaïlou et Bourail : la première présente principalement des schistes quartzeux foncés avec quelques lits de phyllades plus argileuses ; la deuxième montre des schistes verts plissotés et contournés ; une troisième existe vers Coula où dominent les « séricischistes», toujours avec roches vertes.

Sur le flanc du Mé-Boa s'observent dans des schistes quartzeux des empreintes de pistes d'Annélides. Cette série, fait remarquer l'auteur, semble représenter non seulement l'Algonkien, mais une partie du Paléozoïque inférieur.

III. *Système permo-triasique.* — Les dépôts permo-triasiques se montrent sous deux faciès : l'un, franchement littoral, se développe sur la côte occidentale ; l'autre, spécial à la chaîne centrale et à la côte orientale, indique des conditions de dépôt en eau plus profonde.

Les fossiles sont relativement assez communs dans les couches à faciès littoral, tandis qu'ils sont rares dans la chaîne centrale et la côte orientale, où l'on ne peut guère citer que *Pseudomonotis Richmondiana* Zitt. et *Aphania gigantea* de Kon. La série schisteuse de ce faciès peut être considérée comme représentant une partie de l'Antracolithique jusqu'à la partie terminale du Trias et même jusqu'à une partie du Jurassique inférieur.

Quant à la série occidentale, elle se subdivise en plusieurs zones se rapportant au Permien, au Trias inférieur, au Trias moyen, et au Trias supérieur.

Le Permien n'est visible qu'au N. W. de la rivière de Moindou, où il est composé de schistes et grauwackes. Deux niveaux fossilifères s'y constatent : l'un inférieur à *Waagenoceras*, l'autre supérieur avec *Popanoceras* et *Stacheoceras*.

Le Trias inférieur (Werfénien) existe dans l'axe d'un anticlinal visible dans la région côtière à Mara, Toremba, Ourail, presqu'île Libris et presqu'île Ouano. — Il consiste en schistes parfois assez grossiers et fortement détritiques, en lits tufacés, tufs remaniés, et en une puissante coulée de roches éruptives (rhyolites) avec tufs.

A Moindou ont été recueillis : *Meekoceras*, *Aspidites*, *Koninckites*, *Danubites*, *Doryeranites*, *Ophiceras*, etc.

Le Trias moyen se montre dans la bande Moméa-Moindou-marais d'Amboua et est représenté par des schistes bien réguliers avec quelques noyaux calcaires.

Le Trias supérieur est représenté partout. Certains de ses niveaux sont très riches en fossiles. M. Piroutet a pu distinguer 13 assises, dont 9 représentent le Carnien, tandis que les suivantes appartiennent au Norien. La onzième représente l'horizon du *Pseudonomotis Richmondiana*, transgressif sur le Carnien, et même le Trias inférieur. La douzième n'est fossilifère que sur la nouvelle route de Moindou à Bourail ; elle se fait remarquer par quelques rares Ammonitidés avec Brachiopodes de petite taille.

IV. *Portlandien et Crétacé.* — Le complexe Jurassique supérieur et Crétacé, connu en Nouvelle-Calédonie sous le nom de « *terrain à charbon* », est constitué par un ensemble de schistes, grès et poudingues fréquemment arénacés et de teinte claire. Quelquefois se rencontrent des grès durs et des schistes de teinte foncée. Quant aux charbons, ils sont en couches parfois assez épaisses, mais souvent irrégulières ; ce sont des dépôts d'estuaire.

La formation a été subdivisée en un grand nombre d'étages qui, généralement, ne sont pas tous représentés dans chaque bassin. — L'espace dont nous disposons ne nous permet pas de résumer cette partie du Mémoire ; nous nous contenterons de dire que la série va du Portlandien au Crétacé. Ce sont les déterminations de MM. R. Zeiller, H. Douvillé, W. Kilian qui ont permis cette attribution. Ce dernier a signalé un *Kossmaticeras* voisin de *K. Baveni* qui est une forme caractéristique du Crétacé supérieur des régions indo-pacifiques.

V. *Mésonummulitique.* — La découverte de l'Eocène en Nouvelle-Calédonie ne date que de 1905; elle est due à MM. Piroutet et Duprat qui, les premiers, signalèrent la présence d'*Orthophragmina* dans des assises regardées jusqu'alors comme appartenant au Calcaire carbonifère.

Les formations de cet âge couvrent de grandes surfaces sur la côte occidentale. Elles se retrouvent en quelques points de la côte orientale, entre les rivières de Mou et de Ponérihouen, ainsi que sur le rivage même. Elles consistent en calcaires, schistes, poudingues, grès, argiles schistoïdes, argiles à gypse, coulées de diabase et d'andésite; enfin en roches siliceuses vulgairement désignées sous le nom de caillasses.

Trois divisions ont été établies :

L'étage *inférieur* ne s'observe que sur la côte occidentale et au voisinage du littoral. Il est surtout constitué par des calcaires détritiques, des grès calcaires, des poudingues, des argiles à gypse, des schistes et des caillasses siliceuses.

L'étage *moyen* se caractérise par des roches consistant en schistes régulièrement lités et semblant parfois formés d'une série de sphéroïdes plutôt allongés et elliptiques, souvent constitués par des séries d'écailles schisteuses enveloppant une partie ordinairement détritique. Ces roches sont bréchiformes; dans les blocs calcaires qu'elles renferment ont été rencontrées des *Orthophragmina* de petite taille paraissant se rapporter à l'*Orthophragmina varians* Kauff.

L'étage *supérieur* se montre nettement transgressif et rappelle beaucoup plus l'étage inférieur que l'étage moyen; il a livré des fossiles consistant en Foraminifères et en Algues du groupe des Lithothamniées. On rencontre aussi des Nummulites et des Orthophragmines formant de véritables nids.

VI. *Roches éruptives.* — Des roches soit volcaniques, soit plutoniques, se rencontrent dans toutes les formations géologiques; toutefois, ce sont les roches vertes qui prédominent. Les plus importantes sont des péridotites désignées dans la région sous le nom de *serpentines*, et qui, à elles seules, recouvrent un tiers de la superficie totale de l'île. Elles sont non seulement post-crétacées, mais encore post-nummulitiques. — Elles se présentent en massifs et en bandes et à l'état intrusif. On constate, dit l'auteur, que la ligne de contact entre les terrains sédimentaires et les « serpentines » est le plus souvent verticale.

Ces données stratigraphiques permettent de résumer l'histoire géologique de l'île de la façon suivante :

Après la formation d'une ancienne série cristallophyllienne très métamorphique, que surmonte une autre plus franchement sédimentaire représentant l'Algonkien et peut-être une partie du Paléozoïque, la Nouvelle-Calédonie s'est trouvée émergée, faisant probablement partie d'une chaîne de montagnes.

Postérieurement et un peu avant le début du Permien, elle fut de nouveau envahie par la mer. La transgression s'est effectuée par la côte orientale, tandis que le littoral opposé, sur l'emplacement qu'occupe actuellement la mer, devait se trouver à l'état de terre émergée. Le littoral de cette mer n'a varié que fort peu; l'emplacement de la chaîne actuelle recevait des dépôts formant une *série compréhensive*, embrassant ce que l'auteur a appelé le Permo-Trias.

Pendant la majeure partie du Jurassique, la Nouvelle-Calédonie est émergée et il y a alors formation d'une chaîne montagneuse. Au Jurassique supérieur (Portlandien) se produit une transgression venant du Sud-Ouest; les assises les plus inférieures du « terrain à charbon » se déposent; ce terrain embrasse la plus grande partie du Crétacé jusqu'au Sénonien.

Postérieurement au dépôt des couches sénoniennes à *Kossmaticeras Baveni*, la Nouvelle-Calédonie est de nouveau émergée; il y a encore formation d'une chaîne montagneuse.

En outre, une transgression importante est indiquée par les dépôts de la série supérieure du Mésonummulitique, qui offrent des témoins de manifestations éruptives nombreuses. La mer recouvre alors complètement la Nouvelle-Calédonie.

Ces dépôts du Mésonummulitique supérieur sont les derniers sédiments, antérieurs à la période actuelle, dont on constate la présence. Ils ont été énergiquement plissés et le dernier mouvement de production d'une chaîne leur est postérieur. Ce dernier mouvement a été suivi de phénomènes éruptifs, dont il reste comme témoin les péridotites qui, à elles seules, constituent une partie notable du sol calédonien.

Ajoutons qu'à l'heure actuelle, la partie du géosynclinal dont fait partie la Nouvelle-Calédonie a repris son mouvement d'affaissement, ainsi qu'en témoigne le profond sillon sous-marin qui constitue le lit de la rivière Moindou au delà de son embouchure. Enfin, l'activité éruptive et les tremblements de terre si fréquents aux Nouvelles-Hébrides semblent indiquer que c'est là, dans une partie plus orientale du géosynclinal, que s'est transportée l'activité des forces orogéniques.

Cette monographie, fruit de quinze années de

recherches sur le terrain ou dans le laboratoire, a été très appréciée par les géologues. En rectifiant les nombreuses erreurs mises en circulation par ses devanciers, notre confrère a bien mérité de la Science française. C'est donc à juste titre qu'en 1918 lui était attribuée, par la Société géologique de France, une de ses plus hautes récompenses, le prix Viquesnel.

§ 2. — Géologie de la région septentrionale du Haut-Tonkin

Une autre de nos colonies, l'Indochine, fait l'objet depuis quelques années de publications géologiques importantes. Luxueusement éditées avec planches, photographies, croquis et cartes, ces publications, qui paraissent régulièrement depuis 1913, font honneur à MM. Lantenois et Deprat qui ont été successivement à la tête du Service géologique. Le volume IV, distribué récemment et intitulé : « *Etudes géologiques sur le Haut-Tonkin* », dû à M. Deprat, résume et complète les précédents travaux. Il mérite d'être analysé et présenté aux lecteurs de cette revue, bien que les idées théoriques exposées semblent parfois un peu hasardées, méritant d'être appuyées sur des observations plus précises. De nombreuses recherches paraissent encore nécessaires, soit dans notre colonie, soit sur ses confins, pour en montrer le bien fondé d'une façon définitive.

Après un chapitre consacré à la description générale de son champ d'études, l'auteur s'occupe successivement de Physiographie, de Stratigraphie et de Tectonique.

I. *Physiographie.* — Les traits actuels du relief asiatique et particulièrement de l'Indochine ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que ce continent a été soumis à des *mouvements épirogéniques* relativement récents. L'observateur est frappé par la juxtaposition de formes topographiques *jeunes*, témoignant d'un creusement rapide, et de formes *séniles* portant l'empreinte de cycles d'érosion très différents. Toute la partie septentrionale de l'Indochine serait en voie de relèvement, et, d'une façon générale, le mouvement augmenterait d'intensité depuis le littoral pacifique jusqu'aux hautes régions de l'Ouest du Tibet.

Au point de vue des cycles d'érosion ravivés par ces mouvements, le Yun-nan et l'Indochine ne forment qu'un tout inséparable. Dans les deux régions, les phases de plissement himalayen ont été suivies d'une longue période de calme pendant laquelle la « *pénéplénation* » des divers massifs a été poussée à un degré considérable. Ils ont été profondément arrasés et transformés en surface d'érosion nettement accusée. C'est ce que M. Deprat a désigné sous le nom de *Pénéplaine* et de *Cycle d'érosion de Kiao-ting-chan.*

Cette pénéplénation fut suivie d'un cycle de longue durée pendant lequel ont été creusées de larges vallées et sculptées de grandes surfaces planes. Les restes en sont bien nets, s'étendant en saillies qu'entourent les profondes vallées des cycles actuels. Ce nouveau cycle, qui peut être désigné sous le nom de *Cycle de Tsouéi-Wei-Chan*, est un témoin de la déformation due à un mouvement épirogénique qui remonte au Pliocène.

Au Yun-nan succède à cette phase de dégradation une période de fractures qui n'est pas nettement indiquée au Tonkin où les grandes failles sont rares.

Ensuite, dans les deux régions, règne une période de calme ; l'érosion reprend et achève l'œuvre du cycle précédent et alors s'accumulent dans les dépressions des dépôts fluvio-lacustres. Ce nouveau cycle, appelé *Cycle de Lin-nynan*, semble s'être produit aussi dans le Nord de l'Indochine, bien que les traces n'en aient pas subsisté.

Une phase différente succède à cette phase de tranquillité du début des temps quaternaires. Elle se caractérise par un nouveau mouvement de surélévation accompagné de flexures. Au Yun-nan les failles pliocènes jouent de nouveau à cette époque. La pénéplaine de Tsouéi-Wei-Chan est alors soulevée progressivement par à-coups successifs en se déformant avec gauchissement, maximum dans les régions centrales asiatiques et minimum dans les régions pacifiques. Alors s'établit le réseau hydrographique actuel : les cours d'eau s'adaptent aux roches qu'ils rencontrent, creusant des canyons dans les calcaires et des vallées plus ouvertes dans les schistes tendres. Cette phase, dite de Kin-cha-Kiang, se décompose en cycles successifs séparés par de très courts instants de stabilité.

En résumé, à deux reprises, depuis les plissements himalayens, des mouvements ont relevé en bloc cette partie du sol asiatique, et M. Deprat en conclut que « l'Asie sud-orientale entière, du Tibet au Pacifique et au Golfe du Bengale, est entraînée dans un mouvement d'une ampleur énorme, peut-être en voie de ralentissement, mais qui, à une époque récente, était encore très rapide ». Ces mouvements ne seraient-ils pas l'écho de mouvements orogéniques profonds?

II. *Stratigraphie.* — Les terrains de la région

que nous décrivons sont les suivants : 1° Cristallophyllien, 2° Cambrien, 3° Silurien, 4° Carboniférien.

1° *Cristallophyllien.* — Sur la feuille de Hagiang dans l'angle Sud-Est de Pa-Kha et sur Lao-Kay, s'observe une série cristallophyllienne présentant un métamorphisme bien accusé et devenant granitique à la base. Viennent ensuite des gneiss et des micaschistes avec intercalations d'amphibolites et de gneiss amphiboliques, puis une série de micaschistes avec intercalations plus rares et enfin des micaschistes à éléments très fins passant à des phyllades granitisées et à des schistes argileux. Toute cette série est puissamment écrasée.

2° *Cambrien.* — Le Cambrien moyen et le Cambrien supérieur existent sur la triple frontière du Tonkin, du Kwang-Si et du Yun-Nan. C'est là un des faits les plus importants découverts par l'auteur et qui comble une lacune considérable dans nos connaissances. Les faunes rencontrées établissent une liaison avec celles de la région du Chang-Toung.

3° *Silurien.* — Le Silurien inférieur (Ordovicien) a une grande extension géographique dans le Nord du Tonkin. Il est très puissant sur la feuille de Yen-Minh, où les trois étages ont été rencontrés.

Le Silurien supérieur (Gothlandien) est nettement caractérisé sur la même feuille par ses fossiles; il joue un rôle important avec les terrains précédents dans la série écrasée des nappes préyunnanaises.

4° *Carboniférien.* Le Carboniférien inférieur du Nord du Tonkin consiste en calcaires noirs avec intercalations de calcschistes noirs et de cordons de phtanites de même teinte.

Sur la feuille de Yen-Minh, c'est le Carboniférien supérieur (Ouralien) qui présente un grand développement. Cette énorme masse d'un seul tenant forme le Doug-quan, dont les caractéristiques régionales sont si particulières au point de vue géographique.

Les calcaires, formant une masse de plusieurs centaines de mètres, sont essentiellement zoogènes, remplis de micro-organismes, Algues calcaires, Foraminifères, Bryozoaires, etc.

Au Dong-quan existent des formes de Fusulines qui ont permis à l'auteur de diviser l'Ouralien en trois sous-étages (*Tchengkiaghien* ou Ouralien inférieur, *Cammonien* ou Ouralien moyen, *Lounanien* ou Ouralien supérieur).

L'examen des faunes fossiles montre des différences entre celles du Tonkin et du Yun-Nan. Cela serait dû à un ridement qui se serait esquissé dès les temps les plus anciens, reliant l'élément continental chinois et la chaîne annamitique.

III. *Tectonique.* — Les lignes de plissement, décrivant dans le Nord du Tonkin et dans la partie sud-orientale du Yun-Nan un vaste arc de cercle, se présentent en zones concentriques que notre confrère classe de la façon suivante : 1° zone interne autochtone; 2° région cristallophyllienne du Song-Chay; 3° nappes préyunnanaises, 4° arrière-pays yunnanais.

1° *Zone interne autochtone.* Elle comprend la région située dans l'intérieur de l'arc des grandes nappes du Song-Chay et du Nan-ti et qui se prolonge au Nord-Est en Chine, vers Kwang-Nan. Cette zone est plissée, mais sans charriages, sans déplacements horizontaux, du moins dans les dernières phases, car on observe quelques indices de charriage venant à l'appui de l'existence de mouvements ouraliens.

La zone que nous étudions offre, en outre, dans la région de Ha-giang, à l'Est de la Rivière Claire, une partie synclinale écrasée dite nappe du Sang-Miên. Ce ne serait autre chose que la bordure de la région reployée sur elle-même en un grand synclinal couché et brisé en écailles.

2° *Zone cristallophyllienne du Song-Chay.* Elle est formée de granites écrasés avec gneiss, micaschistes enveloppant la zone précédente. Elle se poursuit au Tonkin vers le Sud; en Chine, elle s'infléchit vers Kwang-nan, se dirigeant au N.-N.-E. et ensuite au N.-E.

Elle est autochtone et n'est pas charriée. L'ensemble des gneiss et micaschistes forme une série de racines pincées dans les granites mylonitiques, le tout formant un bombement ployé en anticlinal à retombées assez douces. Quant à la nappe du Sang-Miên de la zone précédente, elle devait former un tout avec la série cristallophyllienne avant la déformation et l'écrasement de cette dernière.

3° *Zone des nappes préyunnanaises.* — Bien individualisée entre la Rivière-Claire et le Sang-Miên, cette zone enveloppe les précédentes, qu'elle chevauche en décrivant une vaste courbe. Ces nappes mesureraient plus de 170 km., depuis le rebord du pays yunnanais poussé sur elle jusqu'à la région frontale (?). Ce qui frappe, avant tout, c'est la monotonie de ces formations qui, sur une pareille étendue, s'empilent en écailles, variées dans le détail, mais pareilles dans l'ensemble.

4° *Arrière-pays yunnanais.* C'est dans l'ensemble une zone poussée sur les nappes préyunnanaises qu'elle écrase et dont les racines s'enfoncent sous elle.

Cette distinction et cette distribution des zones tectoniques a permis de formuler des vues générales sur les principales lignes de la structure dans le Sud-Est de l'Asie, en Chine méridionale et en Indochine.

Le fait qui domine cette structure est celui d'une *poussée générale vers les régions pacifiques.*

La région frontale yunnanaise a *été poussée* sur la zone des nappes préyunnanaises dans le bas Nan-ti, puis celles-ci se *sont couchées* vers le massif cristallin de la région du haut-Song-Chay et *ont passé* sur lui en se prolongeant vers la bordure de la région autochtone orientale. Cette bordure est ensuite *repliée*, constituant ce qui a été appelé la « nappe du Song-Miên ».

En résumé, ces zones plissées auraient été poussées les unes sur les autres vers le Sud et le Sud-Est. Les Alpes du Sseu-tchoan auraient été poussées sur le Yun-Nan, le Yun-Nan poussé sur le Tonkin septentrional, et enfin le Tonkin septentrional poussé lui-même sur la région autochtone, plongeant à l'Ouest de l'élément chinois sud-oriental.

Cette structure ne se comprend, d'après l'auteur, qu'en faisant entrer en ligne de compte d'anciens éléments continentaux stables : Elément chinois sud-oriental, Elément thibétain, Elément indochinois, Massif d'Hai-Nan.

L'ensemble du pays tonkinois aurait glissé comme un « coin écraseur » entre l'élément indochinois et l'élément chinois sud-oriental, formant un arc de cercle dont les branches se seraient appuyées l'une sur le dernier et l'autre sur le premier. Une zone de décompression se serait produite à l'Est et les plis du Kwang-toung et du Kwan-si seraient venus déferler entre les deux éléments sus-indiqués, pendant qu'en arrière s'exerçait sur ces plis une poussée venue des régions septentrionales.

Ainsi s'entrevoit, conclut notre confrère, l'histoire de l'Asie sud-orientale, en y joignant la notion des mouvements épirogéniques pour la compréhension du relief.

Comme nous le disions au début de cet article, ces vues théoriques, très judicieuses et très suggestives, ne nous semblent pas appuyées sur des coupes, des récoltes de fossiles et des relevés suffisamment précis. Les phénomènes supposés ne nous troublent pas tant par leur ampleur que par la difficulté de les étayer sur des faits bien observés et indiscutables.

Quant aux conclusions relatives au relief du Yun-Nan et du Tonkin, elles sont d'accord avec celles de MM. Davis et Bailley-Wilis sur d'autres parties de l'Asie.

Ces deux savants, eux aussi, ont conclu à l'existence de mouvements pliocènes et quaternaires pour expliquer le modelé actuel des divers massifs. Ces notions de mouvements épirogéniques récents jettent un jour nouveau sur l'évolution physique de tout le continent asiatique.

Malgré les quelques réserves formulées, le Mémoire de M. Deprat est une œuvre remarquable, ayant droit à tous nos éloges.

Espérons que l'auteur nous apportera bientôt de nouvelles preuves de ces formidables charriages, en continuant ses recherches dans cette partie si intéressante de l'Asie méridionale.

J. Révil,
Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques

Bone (William A.), *F. R. S., Professeur de Technologie chimique au Collège impérial de Science et de Technologie de Londres.* — **Coal and its scientific uses** (Le charbon et ses emplois scientifiques). — *1 vol. in-8° de 491 pages avec 11 pl. et 94 fig. de la collection* : Monographs on industrial Chemistry. (*Prix : 21 sh.*) *Longmans, Green and Co., éditeurs, Londres,* 1918.

Le développement de l'industrie moderne a été indissolublement lié à la production du charbon. La mise en œuvre croissante des forces hydrauliques n'a pas fait diminuer la demande mondiale de ce combustible, qui s'élève régulièrement chaque année d'environ 5 % sur l'année précédente, et l'état de choses créé par la guerre est de nature à accroître plutôt qu'à diminuer ce taux. Malgré les réserves encore considérables de charbon que renferme l'écorce terrestre, il devient de plus en plus nécessaire d'éviter tout gaspillage de cette précieuse matière première et d'en utiliser le plus complètement possible soit l'énergie calorifique, soit les constituants essentiels, suivant le but qu'on se propose.

Cet emploi rationnel du charbon ne peut être réalisé que par l'application des données de la science, données que de nombreux expérimentateurs ont accumulées progressivement, sans en avoir toujours tiré toutes les conséquences pratiques. C'est cet ensemble de recherches, avec leurs applications à l'usage industriel du charbon, que M. W. A. Bone s'est proposé de résumer dans la présente monographie.

Elle s'ouvre par un exposé général et statistique de la question du charbon, considérée surtout du point de vue anglais, mais où l'on trouvera aussi des renseignements sur la production et les réserves des autres pays du monde.

Après un court chapitre sur l'origine et la formation du charbon, comprenant la description des bassins houillers britanniques, l'auteur aborde la question de la composition chimique du charbon. L'analyse immédiate y décèle la présence de substances étrangères : gaz occlus, humidité, sels, cendres[1], à côté de la « substance charbon » proprement dite, qui contient elle-même les éléments C, H, N et S. L'auteur en donne brièvement les méthodes de détermination, et celle de la matière volatile combustible, ainsi que du pouvoir calorifique. Sur l'analyse élémentaire des charbons se basent les classifications qui en ont été données ; l'auteur examine celles de Regnault-Gruner (qu'il adopte de préférence, en la modifiant légèrement), de Wedding, usitée en Allemagne, et de Sayler, adoptée par le Service géologique des Etats-Unis. Malgré leur utilité pratique, aucune d'elles n'est complètement satisfaisante au point de vue chimique, étant donné le peu de connaissances que nous possédons encore sur la nature et les proportions des constituants principaux de la « substance charbon ». Ceux-ci, comme l'expose ensuite M. Bone, paraissent appartenir à trois groupes : constituants cellulosiques (ou ulmiques), azotés et résiniques. Les méthodes par lesquelles les chimistes ont cherché à se rendre compte de la constitution du charbon sont de trois sortes : 1° attaque au moyen de divers réactifs, en particulier oxydants ; 2° action de solvants, comme la pyridine (Bedson, Wheeler, Wahl), le benzène sous pression (Fischer et Gluud, Pictet, Ramseyer et Kaiser) ; 3° action de la chaleur ou distillation à des températures déterminées, question qui a été complètement renouvelée en ces dernières années par les importantes recherches de Burgess et Wheeler, puis Jones et Wheeler et de Hollings et Cobb en Angleterre, de Pictet et de ses élèves sur le goudron du vide en Suisse, et de Porter et Taylor aux Etats-Unis. Celles-ci, combinées aux travaux de Bone et Coward sur le comportement des hydrocarbures simples aux hautes températures, ont montré que la formation des hydrocarbures benzéniques dans la distillation du charbon résulte de la déshydrogénation de naphtènes du type hydrobenzénique et de la condensation des résidus non saturés qui en dérivent, et ont porté le coup de grâce à la vieille théorie de Berthelot, d'après laquelle l'acétylène est le produit ultime des décompositions pyrogénées et le générateur fondamental des carbures pyrogénés. Cet ensemble de chapitres sur la composition chimique du charbon se termine par l'étude de l'action de l'oxygène à basse température et de ses rapports avec la désagrégation, le chauffage et l'inflammation spontanés de cette substance.

M. Bone passe alors à l'étude de la combustion du charbon dans les foyers, où il distingue les deux processus de combustion : du charbon solide dans les couches inférieures (ce qui l'amène à exposer les belles recherches de Rhead et Wheeler sur le système réversible $2CO \rightleftharpoons C + CO^2$), et des gaz et vapeurs combustibles dans les couches supérieures de la flamme ou au-dessus. Il y rattache la question de la fumée noire et de sa prévention, et celle de l'emploi du poussier de charbon dans les foyers.

L'utilisation la plus importante du charbon dans l'industrie consiste dans la production de la vapeur par le moyen de chaudières. La conduite économique des chaudières pose une série de problèmes : sélection du charbon, emploi d'une eau non calcaire pour prévenir les incrustations, recherche des causes de la combustion imparfaite du charbon, pertes à la cheminée provenant d'un tirage excessif, mauvaise transmission à la chaudière de la chaleur dégagée par la combustion, pertes par radiation ou conduction, que l'auteur examine avec le plus grand soin, ce qui lui fournit l'occasion de décrire quelques types récents de chaudières, qui sont construites sur de nouveaux principes, comme la chaudière expérimentale Nicolson et la chaudière Bettington pour combustible atomisé.

Le chauffage domestique constitue un autre emploi important du charbon, et là plus que partout ailleurs le gaspillage a été la règle, surtout en Grande-Bretagne où l'on brûle principalement des houilles grasses dans les foyers domestiques. M. Bone montre qu'on pourrait réaliser de sérieuses économies, soit en employant des fourneaux et des foyers construits suivant des règles plus scientifiques, soit en utilisant du coke provenant de la carbonisation des houilles grasses à basse température ou le gaz. L'auteur décrit à ce sujet les expériences de Vernon Harcourt sur le chauffage des appartements au coke sur une grille de son invention, et les expériences de Leeds et de Yates sur le chauffage au gaz.

La combustion du charbon dans les foyers industriels et domestiques donne lieu à la production de fumées plus ou moins abondantes, qui, en polluant l'atmosphère des grandes agglomérations, constituent un grave inconvénient pour la santé publique et la végétation. M. Bone expose, malheureusement trop brièvement, les éléments de ce problème et les solutions qu'on a tenté d'y apporter.

Les combustibles gazeux présentent, à plusieurs points de vue, de grands avantages sur les combustibles solides comme le charbon. Or, il se trouve fort heureusement que le charbon peut être gazéifié, en partie ou en totalité, sous forme de gaz d'éclairage dans un cas, de gaz à

1. A ce propos, l'auteur décrit en détail les procédés de lavage des menus charbons, destinés à les débarrasser des substances minérales.

l'eau et de gaz de gazogène dans l'autre. Après avoir fait ressortir les propriétés générales de ces gaz : valeur calorifique, limites d'inflammabilité, mélanges explosifs, rayonnement et température des flammes, l'auteur expose en détail les industries de la carbonisation (fabrication du gaz d'éclairage et fabrication du coke métallurgique sans et avec récupération des sous-produits) et les industries de la gazéification complète (fabrication du gaz de gazogène, avec récupération de l'ammoniaque, et fabrication du gaz à l'eau, simple et carburé.)

Le rôle important du combustible dans la fabrication de la fonte et de l'acier amène ensuite l'auteur à étudier la chimie et le bilan thermique du haut fourneau, avec la question connexe de l'utilisation des gaz d'échappement, et à donner le modèle d'une organisation de fonderie et d'aciérie moderne réalisant l'économie maximum de charbon; un chapitre est également consacré à la question, encore controversée, de l'économie réalisable par le soufflage des hauts fourneaux à l'air sec.

Enfin, après quelques pages sur les divers modes de transformation de l'énergie du charbon en travail mécanique et leurs avantages respectifs, M. Bone termine son ouvrage par un chapitre sur un mode de combustion connu depuis longtemps au point de vue scientifique, mais dont il a su faire un procédé industriel pratique : la combustion superficielle sans flamme.

Comme on le voit par l'aperçu qui précède, ce volume traite d'une foule de questions de la plus haute importance; nul n'était mieux qualifié que M. Bone pour les exposer : tant par ses recherches personnelles sur plusieurs d'entre elles que par son long professorat des industries du gaz et des combustibles à l'Université de Leeds et ses fonctions de président, de 1915 à 1917, du Comité de l'Association britannique pour les économies de combustible, qui lui ont permis de rassembler un grand nombre de documents sur ces sujets. Son ouvrage est parfaitement à jour, puisqu'il y est fait état de recherches publiées en 1918. L'auteur y a accordé une part très prépondérante aux travaux anglais et américains; mais il faut dire qu'ils ont été particulièrement nombreux au cours de ces dernières années, et le lecteur français, qui les connaît peu, sera heureux de les trouver là rassemblés. Cette monographie fait donc grand honneur à l'auteur et à la collection dans laquelle elle paraît, qui compte déjà plusieurs ouvrages de valeur.

A. Delesne.

Gain (Edmond), *Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut agricole et colonial de l'Université de Nancy.* — **Précis de Chimie agricole.** *2e édition. — 1 vol. in-16 de 510 pages, avec 137 fig. (Prix : 12 fr.). J. B.- Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1918.*

M. Gain vient de faire paraître une nouvelle édition de son « Précis de Chimie agricole » qui laisse loin derrière elle la première, parue, il est vrai, en 1895.

L'ouvrage actuel est, en effet, un livre substantiel de 500 pages : livre d'enseignement, d'une tenue scientifique déjà élevée, où le souci de la documentation se révèle à chaque chapitre, où les chercheurs pourraient puiser d'utiles indications. C'est un bon guide, un peu touffu peut-être, pour l'étude, si vaste dans son ensemble, si complexe, si intéressante et si importante de la chimie agricole. « Science biologique, dit l'auteur dans son introduction, basée sur l'expérimentation et l'observation, aidée par la technique du chimiste et celle du biologiste », donc science difficile, qui se trouverait bien d'une collaboration constante du chimiste et du biologiste, ayant, l'un et l'autre, des connaissances pratiques assez étendues, qui pourraient ainsi préciser davantage l'importance de chaque opération culturale, de chaque pratique agricole.

Si, dans cet ouvrage, la question des engrais est largement traitée au point de vue origine, fabrication, utilisation, peut-être aurait-il fallu attribuer une place plus grande encore aux litières et au fumier, le premier en importance, au point de vue pratique, de tous les engrais. L'agriculteur, s'il achète les engrais, produit le fumier, et ce fumier, il ne sait pas, en général, le bien produire, il ne sait pas toujours l'employer judicieusement.

Ce livre, illustré de nombreuses gravures et schémas, riche en tableaux, fait honneur à l'esprit critique du botaniste-biologiste distingué qu'est M. Gain, qui a bien mis en lumière le rôle et l'aide des infiniment-petits, et n'a pas omis un chapitre instructif de météorologie agricole.

R. Chavastelon,
Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

2° Sciences naturelles

Dugard (Henry). — **Le Maroc de 1918.** — *1 vol. in 16 de 286 pages. (Prix : 4 fr.) 50. Payot et Cie, éditeurs, Paris, 1918.*

Ce livre se compose de chroniques détachées, consacrées principalement à la colonisation, à l'urbanisme, aux industries à créer, aux marchandises à importer, aux routes et chemins de fer, et particulièrement aux transformations qui se sont produites au cours de l'année écoulée. C'est un cinéma très vivant des actualités marocaines. M. Dugard, qui connaît parfaitement le Maroc, s'est proposé d'attirer l'attention du public des affaires sur les problèmes économiques soulevés par la mise en valeur du Maroc. Des notes bibliographiques permettent au lecteur de compléter sa documentation sur les sujets esquissés par l'auteur, mais des croquis cartographiques font défaut.

Pierre Clerget.

Vincens (François), *Ancien préparateur de Botanique appliquée à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Recherches organogéniques sur quelques Hypocréales** (*Thèse pour le Doctorat ès Sciences naturelles présentée à la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 fascicule in-8° de 170 pages avec 71 fig. dans le texte et 3 pl. hors texte. Imprimerie L. Declume, Lons-le-Saulnier, 1917.*

L'auteur se propose pour but, dans cet important travail, la recherche d'une base meilleure que celle sur laquelle on s'appuie actuellement pour la classification des Pyrénomycètes. Il fait d'abord le procès des critères qu'emploient les auteurs, notamment : le stroma, sa présence, son absence, sa structure, sa consistance, sa situation par rapport au substratum ou aux périthèces, enfin les spores, déjà plus utiles.

La classification doit être établie sur un ensemble de caractères, mais on peut pratiquement avoir recours à une série très restreinte de ceux-ci dont on sait qu'ils commandent à tout un ensemble d'autres caractères avec lesquels ils sont en corrélation. Pour choisir de tels « caractères indices », il faut une connaissance approfondie du groupe à classifier, une expérience telle qu'un homme peut rarement l'acquérir dans le temps permis à ses observations. On cite, dans cet ordre d'idées, la classification des Discomycètes par M. Boudier. Cette classification est basée sur des particularités de la structure et de la composition chimique des asques, bleuissant ou non par l'iode, operculés ou non. « Cette classification n'a pu être établie par son auteur que parce qu'il s'était d'abord tellement familiarisé avec les Discomycètes que les caractères auxquels il a fait appel ne sont que des indices commodes pour classer et reconnaître des formes dont la similitude et les affinités lui avaient été révélées à la longue par tout un ensemble de caractères plus difficiles à définir. »

M. Vincens renonce pour son compte à appliquer une méthode analogue aux Pyrénomycètes, au sujet desquels nos connaissances sont trop incomplètes; il cherche seulement à découvrir des caractères moins factices que ceux du stroma ou moins difficiles à appliquer que ceux des spores. Les asques paraissent donne-

une plus grande satisfaction, ainsi que certaines particularités anatomiques du périthèce, telles que la structure et le mode de disposition de l'hymenium. Mais l'auteur observe très justement qu'on ne peut évaluer un caractère adulte au point de vue de la classification qu'autant que l'on en connaît l'ontogénie. Celle-ci est nécessaire pour expliquer la phylogénie, dont doit s'inspirer la classification naturelle; elle permettra encore d'éviter des erreurs d'appréciation telles que celles dérivant de simples convergences de formes entre les organes considérés. C'est ce qu'exprime fort bien M. Vuillemin dans la phrase suivante que rappelle l'auteur : « La complication anatomique et histologique est d'un médiocre intérêt systématique quand nous la constatons à l'état définitif; il nous importe surtout d'en connaître l'origine, l'ontogénie de l'espèce étant encore le meilleur guide dans les recherches phylogénétiques. Aussi les classificateurs s'appuient-ils de plus en plus sur l'organogénie pour apprécier la valeur des caractères. L'organogénie permet, en effet, de déceler les caractères ancestraux qui doivent avoir le pas sur ceux qui ne sont que le résultat d'une adaptation locale et temporaire. »

La connaissance des tout premiers stades de formation de périthèces d'espèces diverses peut parfois faire la lumière sur leurs affinités ou montrer, au contraire, que la classification doit les éloigner les uns des autres. Mais encore faut-il, pour savoir bien tirer partie de l'ontogénie en classification, en connaître les caractères sur nombre d'espèces différentes appartenant aux genres les plus divers.

Prenons, au hasard, parmi les cas nombreux qu'étudie l'auteur, un exemple, montrant l'utilité de l'organogénie en classification : La disposition de l'hymenium de l'*Hypocrea gelatinosa* rappelle beaucoup celle de l'hymenium du *Nectria Ribis*, mais l'origine en est toute différente. Tandis que l'ascogone dégénère chez le *Nectria Ribis*, c'est par la multiplication de ses éléments que se produit au contraire l'hymenium chez l'*Hypocrea*. Chez le *Nectria*, l'hymenium provient d'éléments qui s'élèvent peu à peu du fond contre les parois latérales, tandis que chez l'*Hypocrea* il s'organise sur la presque totalité de la paroi interne aux dépens des assises cellulaires constituant primitivement cette paroi. « D'où il résulte que le développement du périthèce ne saurait indiquer qu'une affinité très faible entre les genres *Hypocrea* et *Nectria*. »

L'auteur, ayant bien établi l'intérêt des recherches organogéniques pour la classification des Pyrénomycètes, retrace l'historique des travaux acquis pour ce groupe et dans cette voie. Ils se répartissent depuis de Bary et Woronin (1863 et 1864) jusqu'à Dangeard (1894), dont les travaux, comme ceux qu'il a suscités, ont d'ailleurs bien plus pour objectif les faits cytologiques de la reproduction que l'organogénie elle-même; toutefois les progrès de celle-ci lui sont redevables pour une large part.

Le travail de M. Vincens contribue à réhabiliter les études de l'organogénie du périthèce auxquelles de Bary s'était attaché et dont Brefeld avait si durement critiqué la portée : « Il (Brefeld) déplore qu'une école ait pu dépenser, plus de vingt années durant, une activité dévorante à tourner les vis de l'ascogone, et que ces tours de spire aient entraîné dans leur tourbillon la Mycologie tout entière et les mycologues » (Vuillemin).

C'est dans l'esprit que nous venons d'indiquer que l'auteur aborde l'étude de l'organogénie des Hypocréales. Il suit le développement des périthèces chez un certain nombre de genres; il compare entre eux les résultats, non sans tenir compte des travaux des auteurs — généralement fort incomplets — sur des espèces des mêmes genres qu'il n'a pu personnellement étudier. Il note également, pour en faire état, certains caractères du périthèce adulte, notamment de l'hymenium et de sa répartition dans le périthèce, de l'asque et des spores.

Il constate quatre modes de formation de périthèces fort différents les uns des autres existant respectivement chez *Melanospora Mangini* nov. sp., *Nectria Ribis*, *Hypocrea gelatinosa*, *Claviceps microcephala*. Nous ne pouvons suivre l'auteur dans la partie spéciale de son travail dont nous indiquons simplement les tendances. Il conclut de l'ensemble de ses recherches que le mode de disposition des asques dans le périthèce ne pourrait seul servir de base à une revision des Pyrénomycètes. Cette revision ne pourra s'effectuer que lorsque l'organogénie d'un très grand nombre d'espèces sera connue.

« En nous renseignant sur les affinités, seule l'organogénie nous permettra d'établir des groupes naturels, mais il est permis d'espérer qu'une fois ceux-ci établis, le mode de disposition des asques nous fournira des caractères précis pour les définir, à condition de les associer à d'autres caractères fixés et faciles à observer, tels que ceux tirés de la structure des asques et des spores.

« Ainsi pourrons-nous arriver par l'organogénie à l'édification d'une classification naturelle pour laquelle des caractères anatomiques nous fourniraient des cadres précis permettant une claire définition des familles et des genres. »

L'ouvrage est complété par un index bibliographique et il se termine par 3 planches hors texte s'ajoutant aux 71 figures dans le texte.

Les figures de cet excellent travail nous suggèrent une petite remarque.

M. Vincens, qui dessine d'ailleurs fort bien, a adopté de représenter, dans ses dessins à grande échelle les tissus, les filaments, les spores, lorsqu'ils sont jeunes, par un pointillé à la main qui témoigne de sa patience, mais qu'il ne limite pas par un trait continu au niveau de la membrane d'enveloppe. Il en résulte parfois un aspect nuageux et comme vaporeux d'un effet singulier. Sans doute l'auteur a voulu différencier les tissus jeunes et délicats de ceux qui présentent des membranes assez épaisses ou même cutinisées : par exemple, le tissu hyménial et les asques qui en dérivent, du tissu externe de la paroi périthéciale.

Le contraste est, en effet, saisissant, mais ne peut-il s'obtenir qu'en éludant cette membrane si caractéristique des tissus végétaux à la figuration nette de laquelle nous sommes accoutumés ? Ici, le protoplasma paraît ne devoir se maintenir dans une forme déterminée que grâce à une tension superficielle impossible. Ce procédé pourrait trop facilement servir à masquer sous un flou voulu les défectuosités d'une préparation obscure dans les zones délicates que constituent les jeunes tissus. Hâtons-nous de dire que tel n'apparaît pas ici le cas. Il a surtout le tort de faire involontairement penser aux théories abolies et aux figures de Schleiden représentant les cellules comme le produit de la différenciation progressive d'une gelée vivante ou protoplasma fondamental.

Il s'agit là d'une remarque d'une infime importance et que nous n'aurions point faite si l'habileté dont témoignent ces dessins n'attirait sur eux l'attention et ne nous faisait regretter ce qui nous semble une légère imperfection, et puis n'est-ce pas le sort d'une « thèse » de subir des critiques qui s'attachent forcément à de menus détails lorsqu'elles ne peuvent atteindre des points essentiels ?

Le travail de M. Vincens témoigne d'excellentes qualités de naturaliste, d'un sens critique avisé de la classification très utile pour un mycologue systématicien. M. Vincens est d'ailleurs déjà connu par un certain nombre de notes intéressantes de Mycologie systématique ou appliquée. Le Gouvernement du Brésil lui avait confié, peu de temps avant la guerre, une importante mission de naturaliste qui a porté ses fruits. Tout ce passé fait bien augurer des travaux de Pathologie végétale d'intérêt général que M. Vincens est appelé à effectuer dans une de nos plus importantes colonies.

J. Beauverie,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

Downing (Elliot R.). — **The third and fourth Generation. An introduction to Heredity** (La troisième et la quatrième générations. Une introduction a l'Hérédité). — *1 vol. in-16 de 164 p. avec 13 fig. (Prix cart. : 1 dollar). The University of Chicago Press, Chicago (Ill.)*, 1918.

Les qualités aussi bien que les défauts des parents se transmettent-ils aux enfants jusqu'à la troisième et à la quatrième génération, et même au delà, voilà une question qui a préoccupé les esprits depuis les temps les plus anciens. Et cependant il n'y a guère plus d'un demi-siècle que le problème de l'hérédité a été abordé d'une façon scientifique, et c'est au cours de ces vingt dernières années qu'ont été acquis les résultats les plus importants dans ce domaine.

Ces résultats, M. Downing a voulu les exposer d'une façon très simple à l'usage du grand public et même des élèves de l'enseignement secondaire. Partant des données sur l'amélioration des chevaux trotteurs aux Etats-Unis, il montre le rôle de l'hérédité dans ce cas. L'hérédité étant liée à la reproduction sexuée, il rappelle brièvement les phases de ce processus chez les plantes et les animaux. Puis il passe à l'exposé des travaux de Mendel et de ses continuateurs et des principales lois qui en découlent. Il montre alors comment l'homme, par l'hybridation, a cherché à isoler les caractères mendéliens et à les réunir en de nouvelles combinaisons (expériences de Burbank, de Nilsson, etc). L'auteur expose ensuite la théorie qui voit dans les chromosomes la base visible de l'hérédité, les faits sur lesquels elle s'appuie, les exceptions apparentes signalées par Nilsson, Morgan,... et l'explication qu'on peut en donner. Un chapitre est également consacré à la question de l'hérédité des caractères acquis. Enfin, l'auteur étudie l'hérédité des caractères physiques et mentaux de l'homme au moyen d'un certain nombre de tables généalogiques, dont plusieurs se rapportent à des familles royales, et il termine par quelques considérations sur le problème pratique de l'hérédité humaine, avec ses conséquences morales et sociales.

Ce petit volume est écrit avec une grande simplicité alliée au souci constant de la rigueur scientifique ; nous n'en connaissons pas qui donne une meilleure vue générale, à la portée de tout esprit cultivé, du captivant problème de l'hérédité.

L. Delphin.

3° Sciences diverses

Cambon (Victor). — **Où allons-nous ?** — *1 vol. in-16 de 300 pages. (Prix : 4 fr. 50.) Payot et Cie, Paris, 1918.*

Il existe en médecine pratique deux esprits très différents : certains médecins sont pessimistes, ne voient que les tares de leurs malades, les complications à redouter, leurs pronostics sont toujours poussés au noir ; d'autres, par contre, restent optimistes quand même. Peu importe, si tous deux luttent contre la maladie et sauvent leurs malades.

En sociologie, nul ne contestera que M. V. Cambon appartient au premier groupe. La lecture de son livre : *Où allons-nous ?* est d'un noir outré et l'on se demande réellement, non pas où nous allons, mais comment nous existons encore, et finalement on arrive, surtout après les événements actuels, à déduire qu'il existe dans le peuple français un fonds de résistance merveilleux puisqu'il a pu triompher, malgré tant d'erreurs accumulées, du formidable assaut livré par l'Allemagne si fortement organisée. Les premiers chapitres de son livre sont consacrés à l'hygiène sociale. Nous ne pouvons que l'approuver, quand il réclame un meilleur entraînement physique de la jeunesse, une amélioration des locaux d'habitations, mais un critique aussi âpre ne doit pas s'exposer lui-même à de sévères critiques, et quand il vient se moquer des hygiénistes qui demandaient un minimum de 15 mètres cubes par enfant dans les écoles, il fait une erreur grossière en supposant qu'une salle d'école est « un espace hermétiquement clos, sans ventilation naturelle, même quand les fenêtres sont fermées ». Il montre qu'il ignore la ventilation naturelle par les parois, etc. En réalité, dans une classe avec 15 mètres cubes où les élèves séjournent quelques heures au plus, l'asphyxie lente n'est pas à redouter, et les hygiénistes qui ont demandé ce cubage ne sont véritablement pas « les responsables de la veulerie dont on incrimine les classes moyennes ».

Il faut bien reconnaître que beaucoup des critiques de l'auteur sont justifiées, que nos administrations publiques : postes, télégraphes, canaux ont un rendement déplorable et qu'il aurait été possible d'améliorer rapidement, que la limitation aux fortifications du Métropolitain de Paris est un de ces non-sens absurdes, que ne saurait justifier la défense d'intérêts particuliers.

La description de la vieille usine retardataire est vraie, mais on a fait beaucoup, cependant, de ce côté.

Enfin pourquoi M. Cambon, si admirateur des Etats-Unis, ne nous parle-t-il pas de l'organisation de nos mines au point de vue sanitaire ? Nous avons, sur ce point, une supériorité établie par les chiffres. Un peu de ciel bleu, dans l'amoncellement des gros nimbi et des cumuli, aurait été à sa place. Il y arrive d'ailleurs avec son exposé de l'œuvre de Lyautey au Maroc, chapitre des plus intéressants. Rien ne prouve mieux ce que peuvent faire les Français.

J.-P. Langlois.

Lysis. — **L'erreur française.** — *1 vol. in-16 de 296 p. (Prix : 4 fr. 50.) Payot et Cie, éditeurs, Paris*, 1918.

La lecture du volume de M. V. Cambon : *Où allons-nous ?* terminée, j'ai pris l'ouvrage de Lysis : *L'erreur française*. L'atmosphère n'est pas changée, mais la critique se fait encore plus acerbe. Notre régime parlementaire est violemment attaqué et, il faut bien l'avouer, cette critique ne soulèvera pas, au moins parmi la majorité des lecteurs, beaucoup de révolte. Nos parlementaires n'ont peut-être pas une très mauvaise presse, grâce à la censure qui les protège encore, mais ils jouissent certainement d'une estime médiocre, non seulement dans les milieux intellectuels, mais également dans le monde du travail, et certainement aussi parmi ceux qui luttèrent à la frontière. Ici encore, tous les reproches ne sont pas justifiés, et ceux qui ont pu suivre les travaux des Commissions savent que, parmi nos représentants, quelques-uns ont fait œuvre utile, indispensable même. Nous aurions voulu trouver dans la campagne de Lysis précisément cet esprit de justice qui, établissant le bien et le mal, donne plus de poids aux critiques.

Malheureusement ces critiques, si amères soient-elles, se trouvent trop justifiées. En lisant les pages consacrées aux forces perdues, on ne trouvera pas exagéré le titre : « L'incurie criminelle », quand on se sera rendu compte de tout ce qu'un Gouvernement aurait pu tirer de nos admirables ressources hydrauliques.

Dans un pays où le charbon est rare et cher, nous laissons neuf millions de chevaux tomber inutiles de nos montagnes, soit 54 millions de tonnes de charbon par an, plus que nous n'en consommons actuellement.

L'histoire de notre législation minière est aussi lamentable, et ici toute la responsabilité retombe, il faut le reconnaître, sur les parlementaires. Deux cents concessions minières attendent, depuis 7 ans, l'autorisation nécessaire, et l'Angleterre gagne avec son industrie minière 600 millions, la France 60 millions.

Espérons qu'instruits par la dure expérience de ces dernières années, nous arriverons à développer nos richesses. Il est bon qu'un cri d'alarme soit jeté, même quand il est quelquefois trop exagéré.

J.-P. Langlois.

LIBRARY

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Décembre 1918

M. G. **Charpy** est élu membre de la Division des Applications de la Science à l'Industrie.

1° Sciences physiques. — M. A. **Portevin** : *Comparaison entre l'équilibre élastique interne des alliages après trempe et après écrouissage par étirage à froid.* L'auteur a effectué cette comparaison par l'étude des efforts internes longitudinaux développés dans des cylindres métalliques; il a opéré sur le laiton ordinaire de décolletage. L'examen des diagrammes obtenus pour le laiton trempé et le laiton étiré montre que la répartition des efforts internes longitudinaux est précisément inversée de l'un à l'autre cas : l'extérieur, qui se trouve en compression du fait de la trempe, est en extension après étirage. Il faut donc être très prudent en établissant, comme on l'a tenté, des analogies entre les résultats des opérations de trempe et d'écrouissage. — MM. R. **Dubrisay, Tripier** et **Toquet** : *Sur la miscibilité du phénol et des liqueurs alcalines.* Le coefficient de miscibilité du phénol et de l'eau est nettement accru par la dissolution de bases alcalines dans la phase aqueuse. L'action des bases alcalino-terreuses, bien que moins marquée, est analogue à celle des bases alcalines. Par contre, les acides et les sels d'acides forts diminuent le coefficient de miscibilité réciproque du phénol et de l'eau; les carbonates alcalins agissent dans le même sens.

2° Sciences naturelles. — M. L. **Fernandez Navarro** : *Sur la constitution de l'île de Gomera.* L'île de Gomera, la moins connue des Canaries, est constituée uniquement de matériaux volcaniques : série trachyphonolitique de moins en moins riche en silice, fortement érodée, puis laves basiques (labradorites, basaltes). Il existe des enclaves de roches diabasiques dans les matériaux de projection de l'île; elles proviennent soit d'un substratum basique ancien, soit d'intrusions profondes. Malgré l'absence de sédiments, il est probable, par analogie avec les autres îles de l'Archipel, que le groupe trachyphonolitique appartient au Tertiaire moyen ou inférieur, tandis que les émissions basiques doivent être pliocènes ou quaternaires. — M. A. **Vacher** : *Sur la morphogénie de la rade de Brest.* La rade de Brest peut être considérée comme l'œuvre de l'érosion continentale : c'est une dépression qui a jadis été sculptée par les eaux courantes dans une masse de roches relativement tendres (sédiments schisteux briovériens et dévoniens) qu'entourent deux ceintures gréseuses plus dures ou moins continues (quartzites de Plougastel et grès armoricain). La sculpture par les eaux courantes a été poussée très loin parce que la zone de roches tendres a été labourée par plusieurs cours d'eau qui venaient y confluer; les eaux marines, dans leur montée récente, n'ont fait qu'envahir cette zone basse, dont le relief était parvenu à un stade d'évolution très avancé. — M. P. **Pruvost** : *Les Poissons fossiles du terrain houiller du nord de la France.* Ces Poissons se répartissent en trois catégories distinctes, offrant des mœurs et des habitats différents : 1° Poissons marins, cantonnés aux sédiments d'origine marine; 2° Poissons limniques, limités aux dépôts d'eau douce et jamais associés aux précédents; 3° Poissons euryhalins, marins au début de l'époque westphalienne et s'acclimatant progressivement à des eaux de moins en moins salées. Au point de vue stratigraphique, on peut distinguer des espèces à vaste dispersion stratigraphique (ce sont précisément les types euryhalins, qui ont présenté une longévité considérable) et les espèces localisées stratigraphiquement (c'est la grande majorité), précieux repères pour la distinction des veines et des faisceaux. — M. M. **Molliard** : *Influence de certaines conditions sur la consommation comparée du glucose et du lévulose par le* Sterigmatocystis nigra *à partir du saccharose.* Lorsque l'acidité du milieu vient à augmenter, ou lorsque le taux d'azote est insuffisant, le rapport de consommation du glucose au lévulose par les cultures de *Sterigmatocystis nigra* s'élève considérablement, et le glucose disparaît à un moment où il existe encore des quantités considérables de lévulose. — M. A. **Paillot** : *Coccobacilles nouveaux parasites du Hanneton.* D'un lot de Hannetons envoyé de Tours, l'auteur a isolé trois espèces de coccobacilles, toutes différentes de celles décrites jusqu'ici. Deux liquéfient la gélatine et peuvent être rangées dans le groupe du *Bacillus melolonthae liquefaciens*, sous les lettres β et γ; l'autre ne liquéfie pas la gélatine et peut être rangée dans le groupe du *B. melolonthae non liquefaciens* (δ). Les deux premières sont virulentes pour le Hanneton et les chenilles d'*Euproctis chrysorrhea* et de *Lymantria dispar.*

Séance du 30 Décembre 1918

Sir A. **Wright** est élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. J. Bernstein.

1° Sciences physiques. — M. L. **Lumière** : *Méthode d'enregistrement graphique au moyen d'un jet gazeux.* Le dispositif habituel d'enregistrement graphique (style se déplaçant sur une bande de papier enfumé) présente l'inconvénient d'altérer l'exactitude de la courbe, par suite du frottement du style sur le papier. Pour éviter cette imperfection, l'auteur emploie un jet de gaz réagissant chimiquement sur un papier convenablement préparé. Le style est remplacé par un tube de très petit diamètre, terminé par un ajutage très fin recourbé, mais ne touchant pas le papier. La pression de gaz nécessaire étant extrêmement faible, la réaction dynamique du jet gazeux à la sortie du tube peut être considérée comme négligeable. L'auteur a utilisé avec avantage un jet de gaz ammoniac réagissant sur un papier imprégné à l'acétate mercureux. — M. A. **Mayer** : *Sur quelques dérivés de l'isatine.* En chauffant l'isatoxime avec de l'acide acétique concentré et en ajoutant de la grenaille de zinc, l'auteur a obtenu un corps rouge foncé, de composition $C^{16}H^{8}O^{2}N^{2}Zn$. C'est le sel de zinc d'un isomère de l'indigo, probablement identique à l'indine de Laurent et à l'iso-indigotine de Wahl et Bagard. L'auteur a également préparé quelques acides rubazoniques mixtes de la série de l'isatine. — M. P. **Gaubert** : *Sur la coloration artificielle des cristaux liquides.* L'auteur a constaté que la coloration artificielle des cristaux liquides (par l'indophénol) fournit, par suite des divers états sous lesquels se présente le même corps, des résultats intéressants relativement à la règle de Babinet et à l'influence de la biréfringence sur le polychroïsme. Ces résultats sont conformes à ceux que l'auteur a obtenus avec les cristaux dits « solutions solides » et dont les propriétés sont différentes de celles des cristaux mixtes.

2° Sciences naturelles. — S.A.S. le Prince **Albert de Monaco** : *Marche des mines flottantes dans l'Atlantique nord et l'Océan glacial pendant et après la guerre.* L'auteur montre, d'après ses recherches faites depuis 20 ans au moyen de flotteurs sur la circulation océanique, que les mines flottantes déposées dans les mers d'Europe et détachées finiront par se retrouver à la sortie de la Manche où elles entreront dans le grand courant de la circulation du Gulf-Stream, passant dans le golfe de Gascogne, le long des côtes du Portugal et du

Maroc, autour des Canaries, au Nord des Iles du Cap Vert et des Antilles, par les Bermudes pour revenir au S.-W. de l'Irlande, où il se partage en deux branches : l'une rejoignant le cycle précédent, l'autre longeant les côtes occidentales de l'Irlande et de l'Ecosse et les fjords de Norvège pour se perdre dans l'Océan glacial arctique. Les mines parcourront pendant longtemps ces trajets jusqu'à ce qu'elles aient toutes disparu par explosion contre d'autres épaves, les côtes ou les glaces. L'auteur donne des conseils aux navigateurs sur les routes à suivre de préférence dans l'Océan pour éviter la rencontre de ces terribles engins. — M. **Ph. Glangeaud** : *Le volcan du Sancy. Ses volcans secondaires et ses lacs.* Le volcan du Sancy, d'une grande complexité géologique, constitue le plus considérable des trois centres principaux du massif volcanique des Monts Dore. D'une altitude primitive de 2.500 m., et seulement d'une hauteur propre de 1.600 m., il mesurait près de 80 km. à la base et couvrait une surface de plus de 500 km.^{2} (3 fois et demi celle du Vésuve). L'activité volcanique débuta sur ce territoire par des éruptions variées, disséminées sur tout l'emplacement du volcan, puis se concentra dans un cône central, recouvert bientôt de nombreux volcans secondaires (plus de 60). Ces appareils présentèrent un dynamisme variable (vulcanien, strombolien ou péléen). Le cratère central n'était pas au Sancy, mais un peu plus loin à l'Ouest, vers le grand Aigallier. Le Sancy représente le culot cratérique d'un volcan secondaire. — M. **P. Lesage** : *Utilisation de la courbe des limites de la germination des graines après séjour dans les solutions.* L'auteur a constaté que les graines peuvent conserver leur vitalité plus ou moins longtemps dans des milieux qu'on est porté à considérer comme mortels : solutions alcooliques de concentrations diverses allant jusqu'à l'alcool pur. Bien plus, chez des graines ayant germé pendant 1, 2 et même 3 jours, mises ensuite en solutions alcooliques, puis retirées et placées sur eau de source, on voit les embryons recommencer à s'accroître dans certains cas, qui dépendent du temps de séjour dans les solutions et de la concentration de celles-ci. Ces faits pourront être utilisés à l'élimination de certaines graines moins résistantes dans des mélanges. — M. **Aug. Lameere** : *Les Dicyémides.* L'auteur communique les résultats de quatre années de recherches sur l'embryogénie des Dicyémides. De celles-ci il résulte que ces organismes sont des Vers, dérivant des Orthonectides. — Mlle **L. Dehorne** : *Fausse incubation chez un Eunicien.* Les pontes de l'*Heteronereis Malgremi* sont des amas mucilagineux renfermant un liquide dans lequel flottent non seulement les œufs, mais aussi la femelle qui les a pondus et qui tourne autour d'eux comme si elle voulait en assurer la protection. L'auteur montre qu'il ne s'agit pas d'une incubation et que l'inclusion de l'*Heteronereis* femelle à l'intérieur de sa ponte est fortuite. Elle résulte de l'abondance des phénomènes sécrétoires qui accompagnent la ponte : l'Annélide se trouve enveloppée d'un fourreau de mucus, qui est distendu par un liquide provenant des organes oviducteurs, et elle se trouve ainsi emprisonnée jusqu'au moment de la libération des embryons, devenus aptes à la vie libre. — M. **L. Lapicque** : *Emploi des Algues marines pour l'alimentation des chevaux.* L'auteur a constaté que les Laminaires séchées, puis abondamment lavées avec addition soit d'un peu de chaux, soit d'un peu d'acide, sont presque totalement digérées par le cheval, après une courte période d'adaptation. Au repos, on peut remplacer dans l'alimentation la totalité de l'avoine par des Algues; avec un travail léger, l'équilibre nutritif a été obtenu par 1.500 gr. d'algues et 500 gr. d'avoine (outre foin et paille). Toutefois, ces préparations présentent une minéralisation excessive. L'auteur l'a diminuée par un nouveau procédé de préparation des Laminaires, consistant à plonger 1/4 d'heure dans un lait de chaux léger les algues fraîchement cueillies, puis à les rincer 1/4 d'h. à l'eau et à les faire sécher. Cette préparation ne contient plus que 10 à 12 % de cendres, et surtout les 2/5 de sa matière sèche sont constitués par un hydrate de carbone soluble, la laminarine, que l'hydrolyse transforme totalement en glucose.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Décembre 1918

M. **G. Clemenceau** est élu membre associé libre de l'Académie. — M. **Sieur** est élu membre de l'Académie dans la Section de Pathologie chirurgicale.

M. **Arm. Gautier** : *Nouveau traitement de la grippe infectieuse.* L'auteur propose pour le traitement de la grippe infectieuse l'injection, sous la peau de l'abdomen, de 400 cm^3 d'un sérum quino-arsenical ayant la composition suivante : sérum physiologique stérilisé (à 8 gr. de sel marin par litre), 400 cm^3; chlorhydrate de quinine, 0,5 gr.; diméthylarsinate sodique (arrhénal), 0,05 gr. Il a donné des résultats très remarquables, même dans les cas les plus graves.

Séance du 10 Décembre 1918

Séance publique annuelle. M. le Président proclame les prix décernés par l'Académie en 1918. — M. **Debove** prononce l'éloge de V.-J.-J. Magnan.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Décembre 1918

MM. **M. Rubinstein** et **A. Radossavlievitch** : *Sérodiagnostic de la syphilis.* Le complexe inactivant l'alexine dans la réaction de Wassermann peut être isolé par l'action de l'eau distillée sur le mélange sérum + antigène. Ce complexe agit spécifiquement dans le cas des sérums chauffés et non spécifiquement dans le cas des sérums non chauffés. La spécificité a été décelée uniquement par sa capacité de fixer l'alexine. — MM. **Ch. Nicolle** et **Ch. Lebailly** : *Le spirochète de l'ictère infectieux.* Le virus d'origine murine de l'Institut Pasteur de Tunis a fait en un an 70 passages par cobayes. Un cheval de onze mois a reçu dans les veines 44 inoculations de ce virus; son sérum est préventif contre le virus humain français (L. Martin et A. Pettit). Les souris inoculées avec le virus de passage conservent ce virus sans réagir pendant cent jours au moins, ainsi que le démontre l'inoculation de leurs organes aux cobayes de contrôle. Il y a là un moyen commode de transport et de conservation du virus. — M. **L. Pron** : *Chimisme gastrique.* L'analyse à jeun est plus significative qu'après le repas d'épreuve. A jeun, chez les gastropathes, l'estomac est rempli partiellement de liquide catarrhal, de nature variable, et on aboutit à une erreur importante en ce qui concerne le chiffre de l'« acidité » si l'on n'évacue ce liquide avant l'administration du repas d'épreuve. — M. **P. Mazé** : *L'oxydation de l'acide lactique par les bactéries.* Les bactéries capables de se développer dans des milieux purement minéraux, avec du lactate de calcium comme unique aliment carboné, produisent, comme les champignons, de l'acide pyruvique. Ce composé se forme en quantités variables, atteint un maximum supérieur à 0, 5 % pour les espèces les plus actives, disparaît ensuite en donnant, suivant les espèces, de l'acide acétique, de l'acétylméthylcarbinol et du biacétyle. — M. **W. Mestrezat** et Mlle **M. Romme** : *L'azote de protéolyse de l'exsudat des plaies, dans ses rapports avec les sutures secondaires.* Les auteurs ont déterminé, sur une soixantaine de plaies, le rapport : $100 \times \frac{NH^3}{NaCl}$, le numérateur exprimant l'azote titrable au formol, exprimé en ammoniaque, le dénominateur, le chlorure de sodium des compresses de pansements secs *en place depuis quarante-huit heures.* Les valeurs de ce quotient ont toujours été inférieures à 10 lorsque les sutures secondaires tentées ont été suivies de *succès complets.* Des incidents de gravité variable se sont produits pour les indices supérieurs à 10. Les auteurs voient dans la détermination de l'indice formol d'une plaie un moyen précis de juger de l'opportunité d'une suture secondaire. — MM. **A. Grigault** et **F. Guérin**:

Dosage colorimétrique de l'azote non protéique dans le sang par le réactif de Nessler. La précision de cette méthode est telle que les chiffres qu'elle fournit coïncident exactement avec ceux de la méthode de Kjeldahl. Ce procédé convient non seulement au dosage de l'azote protéique, mais à celui de l'azote de l'urée, de l'azote des protéoses et de l'azote de l'ammoniaque. — MM. **P. Brodin** et **F. Saint-Girons** : *Variation de la masse sanguine chez les blessés de guerre.* Le taux des globules rouges est d'abord normal, puis baisse de 1.000.000 et plus par cm³ de sang, puis redevient normal. Il semble que l'anémie des blessés n'est pas en général sous la dépendance d'une déglobulisation intense, mais tient surtout à une augmentation de la masse sanguine due à l'afflux dans les vaisseaux des liquides interstitiels. — M. **F. Albert** : *Voie d'absorption de la toxine tétanique.* L'absorption par voie sanguine prédomine. C'est par cette voie que la toxine gagne les centres nerveux. L'absorption par voie nerveuse pure ne donne jamais qu'un tétanos local. L'injection préventive de sérum antitétanique confère à l'homme un certain pouvoir antitoxique. L'injection soit tardive, soit insuffisante, confère une immunité relative. Cette immunité peut se dissiper (tétanos tardif). — M. **E. Laguesse** : *La structure lamellaire dans le tissu conjonctif lâche et le cordon ombilical chez l'homme et les Mammifères.* Le tissu sous-cutané est constitué par un gâteau feuilleté de larges lamelles conjonctives. Le cordon ombilical est formé au début de larges lamelles radiées, formant dans la profondeur des gaines aux vaisseaux. — Sir **E. S. Schaefer** : *Sur la régénération fonctionnelle du nerf pneumogastrique.* Les incitations nerveuses qui montent des alvéoles pulmonaires ne sont pas les seuls agents qui règlent le rythme normal de la respiration, car, quand ces courants d'action sont supprimés, il s'établit bientôt un autre mécanisme régulateur. — M. **Cl. Gautier** : *Etudes sur les Lépidoptères nuisibles. La ponte des* Apanteles *parasites* de Pieris brassicae. L'invasion parasitaire des larves de la Piéride par l'*Apanteles* ou le *Microgaster glomeratus* ne se fait pas par les œufs de la Piéride, contrairement à l'opinion de Fabre. L'Hyménoptère braconide peut piquer les œufs du Lépidoptère, mais alors ces œufs meurent ou donnent des chenilles non parasitées. La ponte normale de l'*Apanteles* se fait dans la petite chenille de *Pieris brassicae.*

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Décembre 1918

M. H. de Chardonnet : *Sur les pellicules de collodion.* Au cours de ses recherches concernant la soie artificielle, l'auteur a été conduit à s'occuper des pellicules de collodion et il croit leur emploi susceptible d'extension. Ces pellicules se forment par l'évaporation d'une solution de nitrocellulose dans un mélange d'alcool et d'éther. Ce dernier mélange fournit la meilleure pellicule ; son contact n'altère pas le pyroxyle, il le laisse pur et sec en s'évaporant. Les proportions d'éther et d'alcool requises pour obtenir le maximum de solubilité varient avec la concentration. Jusqu'à 50g de pyroxyline par litre du dissolvant, on emploie, en volume, 60 % d'alcool et 40 % d'éther ; à 100g de pyroxyline par litre de dissolvant, parties égales d'alcool et d'éther ; au delà de 150g de pyroxyline par litre, il faut 40 % d'alcool et 60 % d'éther. Si l'on ajoute au collodion un alcaloïde tel que la quinine, la brucine, la morphine, l'aniline, à raison de $\frac{3}{1.000}$ du poids du pyroxyle, on augmente très sensiblement l'élasticité ou extensibilité de la pellicule sans nuire à sa solidité. Avec le temps, l'aniline jaunit et brunit la pellicule jusqu'à la rendre opaque. La manière la plus simple de former ces pellicules est de collodionner des glaces comme on le faisait autrefois en photographie. Plus tard, ces pellicules ont été séparées de leur support et ont pris une grande importance pour la photographie instantanée et la cinématographie. Leur ténacité a dû alors être prise en considération. Voulant étudier méthodiquement la préparation des pellicules, la concentration et la viscosité du collodion nécessaires pour les produire, l'auteur a fait une série d'expériences en opérant de la manière suivante : Ayant fait un collodion à 100g de pyroxyle par litre de dissolvant, on le verse dans un vase cylindrique en verre de plusieurs litres de capacité, de façon à bien mouiller les parois intérieures, puis on le vide, le retourne immédiatement et le pose sur un plateau de verre où l'on a préalablement répandu quelques gouttes d'éther. On calfeutre le joint et laisse reposer le tout 24 heures. Au bout de ce temps, on enlève le vase où le collodion adhérent au verre se fige immédiatement, laissant une couche très régulière, au moins dans la région moyenne du cylindre. Si on avait simplement laissé sécher ce collodion sur les parois du vase, le retrait de la pellicule, en séchant, l'aurait raccornie, rendant toute mesure impossible. Aussi on doit mettre au centre du vase placé debout un autre vase cylindrique de même hauteur ayant un diamètre de 18 % moindre. Dans ces circonstances, le collodion se détache du vase extérieur et vient, encore humide, s'appliquer exactement sur le vase intérieur, où il achève de se dessécher, tout en conservant alors son élasticité et sa solidité. La pellicule de collodion ne se rompt que sous une charge de 25kg par millimètre carré environ. Si l'on mouillait simplement de collodion l'extérieur d'un vase cylindrique et qu'on laissât sécher, la pellicule se tendrait outre mesure, serait friable et ne pourrait être d'aucun usage. En répétant ces essais avec des collodions formés de matériaux identiques, mais de concentrations différentes, on trouve le résultat suivant : L'épaisseur d'une pellicule obtenue dans ces conditions est sensiblement proportionnelle au cube de la concentration. C'est-à-dire que, si un collodion formé avec 100g de pyroxyline par litre de dissolvant donne une pellicule pesant 25g par mètre carré, une concentration de 20g de pyroxyline par litre donnera une pellicule pesant 200g par mètre carré. Une méthode analogue pourrait servir à mesurer la viscosité relative, et même absolue des liquides mouillant le verre. L'auteur a examiné, suivant les données que lui avait fournies Teisserenc de Bort, l'application de ces pellicules à la confection des ballons-sondes employés en météorologie. La pellicule convenablement solide pesait 25g environ par mètre carré. Les ballons-sondes étant perdus à chaque ascension, on trouva la pellicule de collodion trop coûteuse, et, malgré la plus grande légèreté du ballon en collodion, on s'en est tenu dans la pratique aux ballons en papier verni employés jusqu'alors. L'usage des pellicules de collodion a pris une grande importance dans la photographie et la cinématographie. Les films doivent naturellement être homogènes, transparents, exempts de stries qui fausseraient les images. On coule le collodion sur des tables formées de glaces jointives ayant 10m à 15m de long et 1m de large environ. Un chariot, glissant sur deux rails latéraux, entraîne, d'un mouvement uniforme, une trémie munie en dessous d'une fente réglable laissant écouler, sur toute la largeur de la glace, la quantité voulue de collodion. La pellicule est sensibilisée et découpée en bandes longitudinales de la largeur requise. S'il y a lieu, on colle les bandes bout à bout au moyen d'un adhésif, acétate d'amyle ou autre. Concurremment avec les films en nitrocellulose, on emploie des films en acétate de cellulose dans le but d'éviter les chances d'incendie. On peut fabriquer, au laboratoire, des pellicules très minces en versant un collodion très dilué (1 ou 2 % de pyroxyle) sur un bain de mercure au repos. Il est bon, dans ce cas, pour éviter la rupture de cette membrane, d'ajouter quelques millièmes de quinine ou autre alcaloïde. On arrive ainsi à produire des pellicules dont l'épaisseur est voisine de $\frac{1}{1.000}$ de millimètre. Dans certains cas, il y a grand intérêt à rendre la pellicule de nitrocellulose incombustible. Plusieurs moyens peuvent être employés : La gélatine mêlée au pyroxyle à raison de 15 à 20 % le rend incombustible. Une addition de

10 à 20 % de protochlorure de fer à la cellulose octonitrique produit des pellicules et même des masses compactes incombustibles, surtout au bout d'un certain temps. Cette matière pourrait remplacer le celluloïd dans beaucoup de cas. On peut aussi incombustibiliser le pyroxyle en y mélangeant trois fois son poids d'huile de ricin. Enfin les pellicules de collodion peuvent être dénitrées comme la soie artificielle elle-même. Les pellicules de collodion très pures et très minces conduisent l'électricité et sont perméables à certains liquides; elles laissent notamment filtrer les ptomaïnes et arrêtent les microbes qui les ont sécrétées. — M. L. **Décombe** : *Sur l'origine française des deux principes fondamentaux de la Thermodynamique.* I. Le principe de l'équivalence est fréquemment attribué à Robert Mayer, médecin à Heilbronn, qui, en effet, dans un Mémoire publié en 1842, a donné le résultat numérique d'un calcul de l'équivalent mécanique fondé sur la différence des deux chaleurs spécifiques de l'air. Mais il ne faut pas oublier que dès 1839, c'est-à-dire trois ans avant Mayer, l'ingénieur français Séguin avait déjà énoncé le même principe dans son ouvrage : *De l'influence des chemin de fer et de l'art de les tracer et de les construire* (p. 382); Séguin reporte d'ailleurs le mérite de cette découverte à son oncle Montgolfier. D'autre part, Sadi Carnot, tant dans certaines notes de son mémoire de 1824 : *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, que dans ses notes manuscrites déposées en 1832 à sa mort par sa famille à la Bibliothèque de l'Institut, a formellement énoncé le principe de l'équivalence. II. Le second principe de la Thermodynamique est l'œuvre propre de Carnot. On lui donne cependant quelquefois le nom de Carnot-Clausius, parce que ce dernier a cru que la théorie de Carnot dépend essentiellement de la théorie du calorique et l'a basée sur un nouveau principe. Or, on est unanime à reconnaître aujourd'hui que ce point de vue est inexact et que le principe de Carnot est complètement indépendant de la théorie du calorique. En réalité, Clapeyron, Clausius, lord Kelvin, Massieu, Gibbs et leurs continuateurs ont eu le très grand mérite de commenter, d'analyser, de développer les idées de Carnot, mais ces dernières reposent toutes sur un principe d'une immense généralité qui reste l'œuvre personnelle et impérissable de Sadi Carnot.

Séance du 20 Décembre 1918

MM. **A. Nemirowsky** et **Tilmant** : *Avion radio-médico-chirurgical (Aérochir).* Le but de cet avion est d'apporter presque instantanément aux blessés les secours radiographiques et chirurgicaux. Le chirurgien, au lieu d'attendre dans un hôpital ou dans une ambulance la venue du blessé, se déplace auprès de lui avec son matériel. Cette manière logique de procéder doit rendre les plus grands services dans le cas d'accidents graves (explosion de mine, accident de chemin de fer, etc.), car certains blessés ne doivent leur salut qu'à la promptitude de l'intervention. A cet avantage s'ajoute celui de pouvoir porter secours lorsque les moyens de communication font plus ou moins défaut (colonies et certaines régions de France). L'avion actuellement existant est capable de transporter, outre le pilote, un chirurgien et un radiographe servant d'aide, ainsi que tout le matériel chirurgical et radiographique (700^{kg}) qui a été étudié spécialement pour être aussi réduit et léger que possible. Cet avion peut franchir 200^{km} en moins de 2 heures et, dans les cas urgents, il peut revenir à son point d'attache pour chercher une nouvelle équipe et du matériel, en emmenant sans heurts les blessés déjà soignés.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 13 Décembre 1918

M. **J. Meunier** : *Sur la modalité des réactions et sur le dynamisme chimique ; application aux phénomènes d'électrolyse et de spectroscopie.* L'auteur aborde la deuxième partie de son sujet [1], en démontrant le rôle des réactions chimiques dans la production des raies spectrales. Il fait un rapide historique des découvertes des spectres de flamme, et indique comment les spectroscopistes, voyant surtout dans les spectres des manifestations physiques propres aux éléments et les caractérisant, ont été détournés de l'étude des réactions chimiques correspondantes. Sans l'intervention de celles-ci, les manifestations spectrales n'ont pas lieu, ainsi qu'il résulte de la simple discussion de ses expériences qu'il expose. *Les raies spectrales d'émission se produisent par suite d'une réduction chimique*, accompagnée d'oxydation ou de phénomènes secondaires analogues. Dans les *flammes d'étincelle et d'arc électriques*, des réactions de réduction ont lieu et les spectres se manifestent et se modifient avec elles. Il conclut que l'apparition des raies caractérise la présence non seulement d'un élément chimique, comme cela est convenu par tous, mais aussi la coexistence d'autres éléments, et le plus fréquemment de l'oxygène. Il faut donc élargir la portée donnée à la révélation des spectres d'astres, et y voir représentés à la fois le combustible et le comburant, dont les réactions ont produit le rassemblement de la matière cosmique.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1918

1° Sciences mathématiques. — M. **G. E. Hale** : *Sur la nature des taches solaires.* Des recherches antérieures de l'auteur lui avaient suggéré l'hypothèse qu'une tache solaire est un vortex électrique, dans lequel les ions tourbillonnants doivent donner naissance à un champ magnétique. Dans ce cas, les lignes élargies du spectre de la tache doivent présenter les traits caractéristiques du phénomène de Zeeman. La construction du télescope à tour de 60 pieds à l'Observatoire du Mont Wilson a permis d'obtenir des photographies du spectre assez grandes pour déceler le phénomène. Aujourd'hui les polarités magnétiques et les champs de force de toutes les taches solaires sont enregistrés chaque jour au Mont Wilson avec un télescope à tour de 150 pieds, fournissant des données pour la détermination de la loi des orages solaires. Un grand nombre de taches solaires sont doubles, les deux constituants ayant une polarité magnétique opposée. Les constituants précédents de ces groupes dans les hémisphères nord et sud sont de polarité opposée, ce qui indique des directions opposées du tourbillon, comme dans les cyclones terrestres. Depuis le minimum des taches de 1912, les polarités des taches précédentes dans un hémisphère donné sont de signe opposé à celles des taches précédentes observées dans le même hémisphère avant le minimum. Les polarités semblent donc en liaison intime avec la cause du cycle des taches. L'étude de l'effet Zeeman dans les taches donne la direction des lignes de force du champ magnétique, donc de l'axe du vortex électrique, qui est presque normal à la surface solaire. L'apparition fréquente de taches par paires, de polarités opposées, suggère l'idée que ces taches représentent les extrémités opposées d'un anneau vorticiel semi-circulaire, s'étendant au-dessous de la photosphère, dans un plan normal à la surface solaire. Une expérience simple de l'auteur montre comment un vortex columnaire, formé dans l'eau, peut être transformé en un vortex annulaire semi-circulaire. Les prétentions rivales de la théorie électromagnétique, qui explique la structure vorticielle dans l'atmosphère solaire par l'hypothèse que les floculi d'hydrogène rendent visibles les trajectoires des particules électriquement chargées se mouvant sous l'influence des champs magnétiques dans les taches solaires, pourront être mises à l'épreuve par la détermination des rapports entre la direction du tourbillonnement et la polarité des taches. La recherche

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sc.* du 30 décembre 1918, p. 720.

d'une preuve directe de l'existence de champs électriques dans le Soleil n'a donné, jusqu'à présent, que des résultats négatifs.

2° Sciences physiques. — M. T. K. **Chinmayanandam** : *Sur les anneaux de Haidinger dans le mica.* Les anneaux d'interférence observés pour la première fois par Haidinger entre deux surfaces plan-parallèles de mica en lumière monochromatique diffuse ont acquis récemment une grande importance, en vue de leur application pratique à la construction de spectroscopes à grand pouvoir résolvant. L'auteur a repris l'étude de ces anneaux, qui l'a conduit aux résultats suivants : 1° Les régions de visibilité minimum dans le champ, dues à la superposition de deux séries indépendantes d'anneaux, se trouvent le long d'une série de courbes qui, dans la muscovite, sont à peu près des hyperboles. L'observation de Lord Rayleigh d'après laquelle les lignes de visibilité minimum sont des croix traversant le centre du champ n'est exacte que pour des épaisseurs particulières, et, même alors, n'est pas une description complète du phénomène, car on aperçoit deux séries d'hyperboles en plus de la croix. Dans la phlogopite, les anneaux sont indistincts le long de courbes fermées de forme ovale; 2° La méthode usuelle d'observation des systèmes d'anneaux réfléchis, par l'emploi d'une plaque de verre inclinée à 45° sur la plaque en examen, ne donne pas de résultats satisfaisants pour l'étude des anneaux de Haidinger dans le mica. Les effets d'un manque de planitude ou d'autres défauts de la plaque de mica sont rendus minima par la nouvelle méthode d'observation et de photographie de l'auteur. Un écran diffusant est placé contre le mica avec sa surface parallèle à la plaque, et on observe les anneaux par un trou percé au centre de cet écran; 3° Dans le mica, comme dans tous les autres cristaux qui se clivent ou qui sont coupés perpendiculairement à l'un des axes de symétrie optique, des considérations théoriques indiquent que les lignes de visibilité minimum des anneaux de Haidinger sont pratiquement les mêmes que les lignes isochromatiques observées dans une plaque d'une épaisseur double en lumière polarisée convergente. Cette conclusion est d'accord avec les observations précédentes; 4° Dans ces cristaux, si l'angle des axes optiques est grand, les anneaux doivent être à peu près deux séries d'ellipses, données par les équations : $a^2y^2 + c^2x^2 =$ const. et $c^2y^2 + b^2x^2 =$ const., où a, b et c sont les vitesses principales dans le cristal. Les axes majeurs d'une série sont dans la même direction que les axes mineurs de l'autre. Ces résultats sont très proches de la réalité dans le cas de la muscovite; 5° On peut trouver, avec une bonne exactitude, les rapports des indices de réfraction principaux du mica en observant le nombre d'anneaux situés entre les lignes successives de visibilité minimum dans le plan contenant les axes optiques et dans un plan perpendiculaire. — MM. **E. O. Hercus** et **T. H. Laby** : *La conductibilité thermique de l'air.* Les auteurs ont essayé d'obtenir une valeur absolue de la conductibilité thermique de l'air par une méthode exempte des objections habituelles, c'est-à-dire ne faisant pas intervenir la convection. Ils opèrent de la façon suivante : la couche d'air en observation est confinée entre deux disques de cuivre horizontaux B et C (fig. 1). La chaleur traverse le gaz par conduction et radiation de la surface B, à la

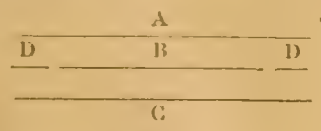


Fig. 1.

température Θ^2, à la surface C, à la température Θ^1. Il n'y a pas de courants de convection, puisque, en chaque point entre B et C, la densité du gaz est constante dans un plan horizontal et décroît au-dessus. Le disque B est entouré d'un anneau de garde D, à la même température. Pour prévenir le passage de chaleur à la surface supérieure du disque B, on place un 3° disque A au-dessus de B et parallèlement; A est maintenu à la même température que B. A, B et D sont chauffés électriquement, C est refroidi avec de l'eau. Par des calculs dans lesquels nous ne pouvons entrer, on déduit des mesures le coefficient de conductibilité thermique k_0 de l'air. La moyenne des résultats des auteurs donne la valeur 5,40 10^{-5} cal. cm^{-1} sec^{-1} $deg.^{-1}$. En faisant la moyenne des résultats de tous les auteurs qui ont déterminé k_0, on arrive finalement à la valeur probable $5,22 \times 10^{-5}$. La conductibilité thermique k d'un gaz est liée à sa chaleur spécifique C_v et à sa viscosité η par la relation $k = f\eta C_v$, où f est une constante numérique. Les auteurs ont déterminé f pour l'air et pour un certain nombre de gaz, au moyen des valeurs trouvées par Eucken pour la conductibilité relative des gaz par rapport à l'air. Voici quelques valeurs obtenues pour f: Az, 2,47; He, 2,31; O^2, 1,79; H^2, N^2, air, 1,76; NO, 1,73; CO, 1,72; CO^2, CH^4, 1,45; SO^2, 1,35; H^2S, 1,34; NH^3, 1,23.

Séance du 14 Novembre 1918

Sciences physiques. — M. **A. Mallock** : *Sur les sons produits par des gouttes tombant sur l'eau.* Tout le monde connaît les sons musicaux variés produits par des gouttes tombant à la surface de l'eau. La durée de ces sons est très courte; leur hauteur, d'abord élevée, baisse ensuite, pour se relever à la fin. Il semble probable que la hauteur de ces sons doit dépendre de la résonance de la cavité formée par le choc de la goutte tombante; c'est ce qui a engagé M. Mallock à entreprendre des expériences dans le but de déterminer la grandeur et la forme de la cavité en question. Il a constaté d'abord que la même classe de sons se produit quand le corps tombant est une goutte liquide ou une sphère solide. Aussi les expériences ont été poursuivies avec des sphères solides, dont les effets sont plus faciles à observer. Deux balles sont lancées simultanément de la même hauteur; l'une tombe dans un vase à parois de verre parallèles contenant de l'eau, l'autre sur un contact qui ferme le circuit d'une bouteille de Leyde employée à la production d'une étincelle, qui permet d'obtenir une photographie instantanée de l'ombre de la balle et de la cavité. La hauteur du contact est ajustée de telle façon que l'étincelle passe quand la balle a pénétré dans l'eau à la profondeur désirée. Le type de courbe formant les bords de la cavité concorde assez bien avec celui que l'auteur a déduit d'une étude mathématique du problème. La note qu'une cavité de volume continuellement variable donnerait en agissant comme résonateur aurait son ton le plus grave juste avant la coalescence des parois. Le ton prédominant serait du même ordre (mais plus bas) que celui d'un tuyau ouvert de même longueur que la cavité, c'est-à-dire que la longueur d'onde prédominante serait de plus de 4 fois la profondeur de la cavité. La plus grande des deux balles employée par l'auteur, frappant la surface avec une vitesse de 4, 8 m. par seconde, a laissé parfois une cavité ouverte de plus de 10 cm. de profondeur. Celle-ci donnerait une longueur d'onde prédominante d'environ 45 cm., mais 3 à 4 vibrations, au plus, de cette longueur auraient le temps de se former, ce qui montre, incidemment, le petit nombre de vibrations nécessaires pour donner naissance à la sensation de hauteur du son. — M. **R. J. Strutt** : *La lumière diffusée par les gaz : sa polarisation et son intensité.* L'auteur, poursuivant des recherches antérieures [1], est arrivé aux conclusions suivantes : 1° La lumière diffusée à angles droits par les gaz et les vapeurs n'est pas complètement polarisée. Les vibrations parallèles au faisceau ont toujours une intensité appréciable, qui varie de 1, 2 (pentane) à 14 % (oxyde nitreux) de l'intensité dans la direction perpendiculaire. 2° L'hélium est un gaz passif, polarisant d'une façon beaucoup moins parfaite que tous les autres. Les mesures indiquent une intensité de

1. Voir la *Rev. gén. des Sc.* du 30 mai 1918, p. 318.

la composante parallèle égale à la moitié à peu près de celle de la composante perpendiculaire. 3° La théorie montre que c'est le rapport prévu si la vibration dans l'atome d'hélium est limitée à une direction fixée dans l'atome, en supposant, naturellement, une orientation au hasard par rapport à la lumière excitatrice. 4° L'intensité de la diffusion par les divers gaz étudiés varie comme le carré de la réfractivité. 5° Les vapeurs saturées, même très denses, ne présentent aucune augmentation du pouvoir diffusant au delà de ce que la densité conduit à supposer. S'il se forme des agrégats moléculaires, ils ne sont pas suffisants pour se manifester par ce moyen. 6° L'éther liquide paraît diffuser environ 7 fois moins de lumière qu'une masse correspondante de vapeur d'éther. — MM. **F. Horton** et **A. C. Davies** : *Recherches sur le pouvoir ionisant des ions positifs d'un filament de tantale incandescent dans l'hélium.* Pour ces recherches, les auteurs ont employé une modification d'une méthode due à Lenard. Les ions positifs étaient accélérés à travers une pièce de treillis de platine vers la chambre d'ionisation et retardés dans celle-ci par une différence de potentiel opposée entre le treillis et une électrode collectrice mobile; ce potentiel retardateur était maintenu constant dans une série d'expériences et toujours supérieur au plus grand potentiel accélérateur employé dans cette série, de façon à ce qu'aucun des ions positifs n'atteigne l'électrode collectrice. Les auteurs ont obtenu un courant croissant dans la chambre d'ionisation (l'électrode recueillant une charge négative) en élevant graduellement au delà de 20 volts la différence de potentiel accélérant les ions positifs. Ce résultat est analogue à ceux de Pawlow et de Bahr et Franck, qui ont annoncé que les atomes d'hélium sont ionisés par les collisions d'ions positifs se mouvant avec une vitesse correspondant à 20 volts. Les expériences montrent que le courant croissant est dû surtout aux ions positifs libérant des électrons des parois de la chambre d'ionisation qu'ils bombardent, et que les ions positifs n'ionisent pas les atomes d'hélium, même quand ils les frappent avec des vitesses correspondant à plus de 200 volts.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Octobre 1918

Cette séance est consacrée à une discussion sur le cas de l'*électron annulaire*. M. **H. S. Allen** présente les arguments en faveur d'un électron ayant la forme d'un circuit de courant capable de produire des effets magnétiques. Alors l'électron, tout en exerçant des forces électrostatiques, se comporte comme un petit aimant. L'hypothèse d'un électron annulaire supprime plusieurs difficultés : 1° Il n'y a pas de perte d'énergie par radiation, comme dans le cas d'un électron classique circulant sur une orbite. 2° Les atomes diamagnétiques doivent avoir un moment magnétique résultant nul; il est difficile de l'expliquer avec des électrons en mouvement orbitaire. 3° L'électron annulaire donne une bonne explication des faits de paramagnétisme. 4° Il permet d'expliquer l'asymétrie de certains types de radiation. 5° Il rend compte de l'effet de la magnétisation du fer sur son coefficient d'absorption pour les rayons X observé par Forman. 6° Il peut expliquer aussi la faible ionisation des gaz produite par les rayons X. 7° Grondahl prétend avoir trouvé des signes d'un électron magnétique dans certains effets thermoélectriques. 8° Webster a indiqué une méthode de déduction de la formule de radiation de Planck en faisant certaines hypothèses sur le mécanisme interne du « magnéton » de Parson. 9° La théorie de Bohr sur l'origine des séries de lignes des spectres peut être réédifiée de façon à s'appliquer à l'électron annulaire. Les points essentiels de la théorie des quanta et des équations de Bohr peuvent être retenus, même en rejetant son modèle d'atome. 10° Si la radiation est due à des pulsations dans un électron annulaire, l'effet Zeeman peut être déduit par un raisonnement analogue à celui d'abord employé par Lorentz. 11° Parson a montré que plusieurs problèmes de constitution chimique et de stéréochimie peuvent être résolus par une théorie magnétonique de la structure de l'atome. Les électrons de valence stationnaire sont possibles. 12° Les forces de cohésion dans un solide sont de nature analogue aux forces chimiques, les deux séries de forces ayant une origine électromagnétique. L'auteur discute les questions de masse et de moment magnétique d'un tel électron annulaire. L'adoption de cette hypothèse conduirait naturellement à accepter un modèle atomique avec un noyau magnétique. M. **D. Owen** rappelle que l'hypothèse de l'électron annulaire a été proposée par Parson en 1915. Elle a obtenu un succès remarquable du côté de ses applications chimiques, en donnant une interprétation plus étendue de la liaison chimique et en expliquant, par exemple, non seulement l'attraction d'atomes différents, comme dans la molécule d'HCl, mais aussi celle d'atomes de même nature, chacun électriquement neutre, comme dans la molécule d'H^2. Mais, jugée d'après son pouvoir de prédire de nouveaux phénomènes, l'hypothèse de l'électron annulaire a désappointé. A part la possibilité de l'existence de nouveaux éléments de faible poids atomique (non encore découverts), les phénomènes nouveaux qu'elle indique sont d'ordre secondaire, difficiles à mettre en évidence et de peu d'importance. La fertilité de l'hypothèse de Bohr offre un contraste frappant avec la précédente; c'est elle qui a permis de prédire une série spectrale jusqu'alors inobservée, prédiction bientôt vérifiée par les observations de Lyman.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1918

MM. **H. F. Coward, C. W. Carpenter** et **W. Payman** : *Les limites d'inflammabilité par dilution des mélanges gazeux.* Les limites inférieures d'inflammabilité de H, CH^4 et CO dans l'air ont été déterminées par A. F. Coward et F. Brinsley dans de grands appareils qui permettaient de juger si un mélange donné peut propager indéfiniment la flamme. Ici les auteurs montrent que les limites inférieures de mélange de 2 ou 3 gaz inflammables, et même du mélange complexe appelé « gaz de ville », peuvent être déduites des limites inférieures des gaz simples au moyen d'une formule simple de caractère additif, suggérée par Le Chatelier, soit $n_1/N_1 + n_2/N_2 + \ldots\ldots = 1$, où N_1, N_2 sont les limites inférieures des gaz individuels et n_1, n_2 les proportions des gaz individuels présentes dans le mélange limite inférieur avec l'air. Les auteurs ont déterminé aussi les limites supérieures d'inflammabilité dans l'air des trois mêmes gaz, pris individuellement ou mélangés ; ils montrent que, dans ce dernier cas et aussi dans le cas du gaz d'éclairage, les limites supérieures peuvent être calculées au moyen d'une formule analogue à la précédente. Voici les valeurs pour les gaz individuels, à partir desquelles on peut calculer les limites de dilution des mélanges :

	Limite inférieure dans l'air	Limite supérieure approchée dans l'air
H	4,1 %	74,2 %
CH^4	5,6	15,4
CO	12,5	74,2

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 27 janvier, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre non résidant, en remplacement de M. Duhem, décédé. La Commission chargée de dresser une liste de candidats avait présenté : en 1re ligne, M. W. Kilian; en 2e ligne, M. E. Cosserat; en 3e ligne, MM. Ph. Barbier, R. de Forcrand et M. de Sparre. Au premier tour de scrutin, M. Kilian a été élu par 35 suffrages, contre 7 à M. de Sparre, 4 à M. Cosserat, 2 à M. de Forcrand et 1 à M. Barbier.

Le nouvel Académicien, qui était déjà Correspondant de l'Académie depuis 1909, est professeur de Minéralogie et de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble; il est l'auteur de travaux géologiques et paléontologiques de premier ordre sur les Alpes françaises.

Dans sa séance du 3 février, c'est un membre dans la Section d'Economie rurale, en remplacement de M. Ach. Muntz, décédé, que l'Académie avait à élire. La Section avait présenté comme candidats : 1° M. G. Bertrand, 2° MM. G. André, L. Lindet et P. Viala. Au second tour de scrutin, M. Viala a été élu par 26 voix contre 22 à M. G. Bertrand et 2 à M. Lindet.

M. Viala est professeur à l'Institut agronomique et inspecteur général de la Viticulture. C'est en grande partie à ses efforts qu'est due la reconstitution du vignoble français ravagé par le phylloxera; il a publié de nombreux travaux sur l'adaptation des plants américains et sur la résistance de la vigne aux diverses maladies.

§ 2. — Physique

Les travaux du Laboratoire national de Physique anglais en 1917-1918. — La guerre qui s'achève a fait cruellement ressortir en France l'insuffisance des établissements d'Etat voués aux vérifications officielles et aux recherches dans le domaine de la Physique, de la Chimie et de la Construction mécanique.

Le Laboratoire d'essais, doté avec trop de parcimonie et installé d'une façon précaire dans les locaux du Conservatoire des Arts et Métiers, n'a pu, malgré tous les efforts de son directeur, M. Célérier, assisté d'un personnel très dévoué, effectuer qu'une petite partie des essais qui eussent été nécessaires à la coordination des fabrications de guerre. Le Laboratoire central d'Electricité, créé et soutenu par la Société des Electriciens, est lui aussi comme étranglé dans un bâtiment trop étroit. On y fait, sous l'habile direction de M. Paul Janet, des prodiges d'ingéniosité pour parer à l'exiguité des bâtiments, mais les résultats en souffrent.

Enfin, la France ne possède pas de laboratoire consacré spécialement aux recherches destinées à faciliter les progrès de l'industrie.

Les Pouvoirs Publics, avertis par l'Académie des Sciences, se sont émus de cette situation, et nous savons qu'une Commission d'études a été instituée sous la présidence de M. Millerand pour préparer un projet d'ensemble destiné à combler une regrettable lacune dans la vie nationale. Nous espérons pouvoir tenir nos lecteurs au courant des progrès dans l'élaboration et l'exécution du projet en cours; en attendant, il nous paraît intéressant de mettre sous leurs yeux, en nous inspirant d'un récent article de « *Nature* », un résumé de l'œuvre accomplie par le National Physical Laboratory anglais dans l'année écoulée.

Depuis l'ouverture du National Physical Laboratory en 1902, non seulement les ressources matérielles (bâtiments et équipements), mais aussi le chiffre du personnel ont présenté un accroissement remarquable. Le rapport annuel pour 1917-1918 rappelle qu'à la fin de 1902 le personnel se composait de 26 personnes, avec un surintendant et un directeur; en juillet 1914, il s'était élevé à 187 personnes. Actuellement, il n'en compte pas moins de 532, avec 6 surintendants et 19 assistants principaux. Environ 50 attachés au laboratoire sont mobilisés, et les autres s'adonnent presque exclusivement aux travaux pour la guerre.

Les événements récents ont montré combien l'avenir du pays, au point de vue de la guerre et du commerce, dépend de plus en plus de la science appliquée; aussi le

Laboratoire, ainsi que plusieurs autres institutions, ont-ils été nationalisés. Le Laboratoire, y compris le Bassin national William Froude, qui a donné de si précieuses indications à l'Amirauté, sont maintenant sous la surveillance du Trust impérial pour l'encouragement de la recherche scientifique et industrielle.

Pendant l'année écoulée, le Ministère des Munitions a demandé au Laboratoire d'entreprendre la fabrication d'une certaine catégorie de calibres et d'augmenter considérablement les installations pour l'essai des récipients en verre pour les travaux chimiques. Dans ce but, de nouveaux bâtiments ont été édifiés. Le nombre de calibres pour munitions qui ont été envoyés au Laboratoire pour être essayés s'est rapproché de 10.000 par semaine. Le Ministère de l'Aviation a demandé d'autre part au Laboratoire d'étendre aussi ses installations aérodynamiques, en particulier par l'adjonction de grands tunnels parcourus par des courants d'air.

Quand, au commencement de 1917, le Ministère des Munitions prit la charge de la fabrication des thermomètres médicaux, on reconnut qu'il était désirable que tout thermomètre fût individuellement soumis à des essais. Plus de 3.000 thermomètres ont depuis lors été essayés chaque semaine. Ce travail a nécessité l'aménagement de trois nouveaux bains d'essais, chacun pouvant recevoir environ 600 instruments par jour.

Dans la Division d'Optique, outre le travail courant effectué pour le ministère des Munitions, des recherches ont été faites sur la détermination des propriétés réfractives des verres d'optique et sur la simplification des méthodes de calcul et de dessin des systèmes optiques.

Influence d'un champ magnétique transversal sur la décharge dans un tube de Geissler. — Au cours de recherches récentes sur les rayons magnétiques de Righi, M. James E. Ives [1] a été amené à étudier l'action d'un champ magnétique transversal sur la décharge d'un tube de Geissler. Il a constaté que l'action du champ a tout d'abord pour effet d'augmenter l'intensité du courant dans le tube et de diminuer la différence de potentiel aux bornes. Pour une certaine valeur du champ, la décharge devient périodique; pour une valeur plus élevée, elle est complètement supprimée.

Le champ magnétique modifie en outre grandement l'aspect de la colonne positive. A mesure que le champ augmente, les stries deviennent plus nombreuses. Quand la décharge est périodique, les stries se soudent et la colonne positive semble continue. Le tube émet en même temps une note élevée.

M. Ives a utilisé pour ses expériences un tube de 1,5 cm. de diamètre et 12 cm. de longueur. Les deux électrodes, identiques, sont constituées par un fil d'aluminium de 0,328 cm. de diamètre. Le tube est mis en série avec une batterie d'accumulateurs de 500 à 2.000 éléments et une résistance R non inductive (graphite ou liquide) pouvant varier de quelques milliers d'ohms à 1.500.000 ohms. Le champ magnétique, produit par l'électro-aimant d'un galvanomètre Einthoven, peut varier entre 0 et 3.000 gauss; pratiquement il est resté inférieur à 4.000 gauss.

Voici les principaux résultats expérimentaux des recherches de M. Ives :

Sous une pression d'air de 0,13 mm. et pour un courant de 1,8 ma., le champ magnétique a pour effet d'augmenter le courant qui traverse le tube quand on le fait agir sur la région cathodique seule; il le diminue quand on le fait agir sur la région anodique seule; il l'augmente quand on le fait agir sur le tube tout entier. La courbe qui représente l'intensité du courant en fonction du champ agissant sur la région cathodique seule est une courbe d'allure exponentielle; celle qui représente l'intensité du courant en fonction du champ agissant sur la région anodique seule est une droite à coefficient angulaire négatif; celle qui représente l'intensité du courant en fonction du champ agissant sur le tube tout entier a des ordonnées sensiblement égales à la somme des ordonnées des deux précédentes.

Si la force électromotrice E de la batterie disposée dans le circuit et la résistance insérée R demeurent invariables, la tension e aux bornes du tube et le courant i qui le traverse varient, en sens inverse, suivant la relation : $e = E - iR$. La courbe représentative de la tension e en fonction du courant i est donc une droite, dont le coefficient angulaire est égal à R et qui passe par le point de l'axe des tensions d'ordonnée E.

Les amplitudes des courbes représentant l'intensité du courant en fonction du champ ou la tension en fonction du champ dépendent de la valeur de la résistance R du circuit : l'amplitude de la courbe des intensités en fonction du champ diminue quand R augmente; celle de la courbe des tensions augmente.

Si l'on trace les caractéristiques tensions-intensités du courant pour différentes valeurs du champ magnétique, la caractéristique relative à une certaine valeur du champ coupe celle relative à un champ nul en un point qui correspond à une valeur critique du courant, variable avec le champ envisagé. Les courants inférieurs à cette valeur critique augmentent sous l'influence du champ; les courants supérieurs à cette valeur diminuent.

A. B.

1. James E. Ives : *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 293-313; octobre 1918.

§ 3. — Chimie

L'effet de la chaleur sur la verrerie de laboratoire. — Les récipients en verre dans lesquels on doit faire et maintenir un vide élevé sont généralement soumis, en même temps qu'à l'action de l'appareil producteur du vide, à un chauffage à des températures variables qui accélère l'enlèvement des gaz ou vapeurs adsorbés à la surface intérieure du récipient. Dans le but de régler d'une façon précise les conditions de ce chauffage, M. R. G. Sherwood a procédé, au Laboratoire de recherches de la Compagnie Westinghouse, à une étude approfondie de l'action de la chaleur sur le verre habituellement employé à la construction des appareils de laboratoire [1].

Dans un appareil en verre complètement fermé où l'on a fait le vide, on chauffe, au moyen d'une spirale de fil de nichrome parcourue par un courant électrique et dont la température est facile à contrôler, un tube du verre à examiner, d'une surface connue. Les gaz dégagés par l'élévation de température sont recueillis dans une chambre de compression, où leur pression est mesurée au moyen d'un manomètre à mercure en U après que leur volume a été diminué dans un rapport connu.

Les résultats obtenus par l'auteur l'amènent aux conclusions suivantes :

Le chauffage du verre décèle l'existence de deux espèces différentes de dégagement gazeux : celui qui provient des produits adsorbés, qui s'éliminent facilement à des températures inférieures à 300°, et celui qui résulte, selon toute probabilité, d'une décomposition chimique du verre lui-même. Ce dernier effet acquiert de l'importance au-dessus de 400° pour les verres les plus tendres et au-dessus de 500° pour les verres durs.

Il semble exister une vitesse définie et caractéristique de dégagement gazeux pour chaque température à laquelle le verre est soumis; elle augmente avec la température et s'étend sur une période considérable. Les observations effectuées sur un échantillon à 500° montrent un faible dégagement continu, même après 20 heures de chauffage.

Les produits d'adsorption ne dépassent pas, en quantité, celle qui correspond approximativement à une

1. *The Journal of the Amer. chem. Soc.*, t. XL, n° 11, p. 1645; nov. 1918.

couche de gaz d'environ une molécule d'épaisseur sur la surface du verre; ils se dégagent bien plus rapidement à basse température que les autres produits qui proviennent du chauffage du verre à température plus élevée.

Le plus important des produits de dégagement gazeux du verre sous l'influence de la chaleur est l'eau, qui, lorsque la température s'élève jusqu'au point de ramollissement du verre, constitue presque la totalité du dégagement. Les autres produits sont l'anhydride carbonique, puis l'azote, l'hydrogène, l'oxygène, l'oxyde de carbone, etc.

L'augmentation de la résistance des pavés de bois. — Les pavés de bois doivent être renouvelés tous les 5 à 6 ans dans les rues très fréquentées. M. W. Ritter a essayé d'en augmenter la résistance par une imprégnation convenable[1]. Ses essais de résistance à l'écrasement portaient sur des blocs prismatiques de 75 × 75 mm. de surface de la base et de 120 mm. de hauteur, la pression étant appliquée dans la direction des fibres.

L'addition de carbonate de sodium ou de potassium et de silicate de sodium en proportions variables au bain de goudron de bois de pin servant à l'imprégnation n'a procuré aucun avantage, mais l'augmentation de la température du bain a augmenté de 12 % la résistance.

D'autres expériences ont été faites en substituant des huiles lourdes de goudron de houille au goudron de bois de pin à des températures de 112° à 140°. Aux températures les plus élevées, les essais donnent d'aussi bons résultats qu'avec le goudron de bois, mais les pavés imprégnés à basse température ont une résistance à l'écrasement inférieure à celle des pavés non traités. Le carbonate de sodium seul, et encore plus le silicate de sodium seul, donnent des résultats d'essai plus favorables que le mélange de carbonate et de silicate.

La composition du bain d'imprégnation a toutefois moins d'importance, suivant M. Ritter, que sa température. Celle-ci ne doit pas dépasser 200° pour éviter que les pavés ne se fendent. On obtient la meilleure résistance en imprégnant les pavés pendant 3 h. et en augmentant graduellement la température jusqu'à 200° C. Un pavé témoin non traité avait une résistance à l'écrasement de 323 kg. par cm²; celle-ci s'est élevée par imprégnation à 100° à 330 kg, à 120° à 345 kg., à 140° à 487 kg., à 150° à 516 kg. et à 200° à 536 kg.

§ 4. — Géologie

Le nouveau bassin houiller de la région lyonnaise. — L'industrie lyonnaise s'est trouvée jusqu'ici handicapée par l'absence de houille dans son voisinage immédiat et, plus encore, par le fait de la cherté du transport des charbons de la Loire par voie ferrée, qui s'est maintenue par le manque d'une voie d'eau concurrente. C'est dire l'intérêt qui s'attache aux récentes découvertes faites au Sud-Est de Lyon, au moment où la guerre a provoqué un remarquable développement des industries lyonnaises.

Il s'agit du prolongement sur la rive gauche du Rhône du bassin houiller de la Loire. Dès le début du XIXe siècle, la houille avait été reconnue à Ternay de 1800 à 1807, et à Communay, en 1831. Les recherches qui ont suivi, immédiatement à l'Est, ne donnèrent pas de résultats, parce que le bassin s'infléchissait vers le Nord-Nord-Est. Ce n'est qu'en 1913 que la Cie de Blanzy eut la chance de le retrouver à Mions, près Saint-Priest, à quelques kilomètres au Sud-Est de Lyon, en coupant deux couches de charbon, l'une de 1 m. 60 à 555 m. de profondeur, l'autre de 3 m. 09, à quelques mètres plus bas. Un autre sondage, à 2 km. au Nord de Mions, signala le terrain carbonifère à moins de 300 m. A Marennes, au Sud de Mions, des sondages ont recoupé le houiller, à 278 et 536 m. En 1915, à la Fouillouse, le charbon est atteint à 570 m.; à 611 m., le sondage rencontre une couche de 1 m.; à 693 m., une seconde couche de 2 m. 40 et, à 718 m., 3 couches épaisses de 1 m. 30. Les produits recueillis donnent 38 à 40 % de matières volatiles. D'autres sondages ont été opérés encore à Toussieu, Genas, Chassieu, Meyzieux, dans la direction de Janneyrias, et même au delà de Jonage et de Jons, dans le département de l'Ain, où le bassin semble continuer en s'infléchissant vers le Nord et en passant une seconde fois sous le lit du Rhône. C'est ainsi qu'en décembre 1917, un sondage fait à Torcieu, près de Lagnieu, c'est-à-dire à plus de 20 km. de l'extrémité méridionale du bassin, a atteint le carbonifère à 600 m. environ.

Le bassin lyonnais semblerait ainsi plus étendu que celui de Saint-Etienne, mais probablement moins riche et plus onéreux à exploiter étant donnée la nature aquifère des terrains. On parle d'une extraction annuelle d'un million de tonnes, mais les chiffres sont encore prématurés. Les sondages ont été opérés par plusieurs grandes sociétés minières et métallurgiques; quatre entreprises autonomes: la Cie des Charbonnages lyonnais, les Charbonnages de Lyon, la Société minière du bassin du Rhône et la Société lyonnaise des houillères du Rhône ont été constituées par leurs soins, et les concessions sont attendues pour commencer immédiatement les travaux de fonçage. Ce sera un nouvel et puissant élément de prospérité pour Lyon et sa région et la possibilité d'entreprendre les industries de gros tonnage, qui lui avaient été interdites jusqu'ici.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 5. — Botanique

Le forçage artificiel des racines. — On s'est beaucoup occupé de provoquer artificiellement le bourgeonnement et la poussée des feuilles; mais on a accordé peu d'attention sous ce rapport aux racines et l'on a fait peu d'observations sur la périodicité de la formation des racines chez les plantes vivaces. D'ailleurs, les quelques résultats publiés sont assez discordants et ne permettent pas d'établir si, pendant l'hiver, les racines entrent dans une période de repos indépendante des circonstances, ou bien si elles ne se développent pas durant l'hiver en raison des conditions ambiantes défavorables.

Si des branches appartenant aux espèces qui possèdent une tendance remarquable à produire des racines adventives ne manifestaient plus cette tendance en automne ou en hiver, malgré la présence de facteurs favorisant l'accroissement, et exigeaient, pour la révéler, l'emploi d'une méthode de forçage, on se trouverait en présence d'un phénomène confirmant l'hypothèse d'une période de repos indépendante des circonstances ou « spontanée ». C'est ce que le Prof. H. Molisch s'est proposé de vérifier en recourant à la méthode suivante[1]: des branches de 1 à 3 ans, fraîchement coupées, d'espèces produisant facilement des racines adventives (*Salix*, *Populus*, *Philadelphus coronarius*, *Viburnum Opulus*) furent soumises, pendant les mois de septembre, octobre et novembre, à l'action de substances provoquant le bourgeonnement (Treibstoffe): eau chaude, fumées de tabac et de papier; après traitement, ces branches étaient exposées 1 ou 2 h. à l'air libre, et ensuite placées en serre à une température de 12° à 20° C. ou dans des thermostats à 25° C. environ.

La comparaison des branches soumises aux traitements avec les matériaux témoins permet d'établir que l'exposition des branches aux fumées de tabac durant 24 h., ou aux fumées de papier durant 48 h., ou au

1. *Bitumen*, t. XV, p. 148-150.

1. *Sitzungsber. der K. Akad. der Wiss. in Wien, Mat. nat. Kl.*, Abt. I, t. CXXVI, p. 3-13: résumé dans *Bull. mens. Inst. internat. d'Agric.*, t. IX, n° 11, p. 1409: nov. 1918.

bain d'eau tiède (à 30° C.) durant 12 h., exerce sur elles un effet se traduisant par une chute plus rapide des feuilles et, quelques semaines plus tard, par l'apparition de nombreuses racines adventives ; les matériaux témoins ne présentent que quelques petites racines adventives ou même aucune.

M. Molisch en conclut qu'il existe donc aussi une période pendant laquelle les racines n'ont pour ainsi dire plus de tendance à pousser, et qui constitue leur période de repos ; celle-ci ne dépend pas toujours de la présence de facteurs défavorables, mais elle est bien souvent « indépendante », comme celle du bourgeonnement des feuilles, étant donné que, pour les mêmes sortes d'organes, les mêmes substances « activantes » peuvent raccourcir cette période et réveiller en quelque sorte le bourgeonnement.

§ 6. — Biologie

L'habitude du retour au nid chez un Mollusque pulmoné. — On a signalé à plusieurs reprises que les Patelles et Mollusques voisins vivant sur des roches exposées à la marée ont l'habitude, après s'être éloignés à marée haute de 50 à 90 cm. de leur « nid » pour chercher leur nourriture, de retourner, avant que l'eau ne se soit complètement abaissée, à la petite dépression du rocher d'où ils étaient partis.

MM. L. B. Arey et W. J. Crozier[1] viennent d'observer, à la Station biologique des Bermudes, des mouvements de retour au nid d'un caractère beaucoup plus frappant chez un Gastropode Pulmoné, l'*Onchidium floridanum* Dall.

L'*Onchidium* vit en groupes ou communautés, d'une douzaine d'individus ou plus, qui, à mer haute, s'abritent dans des cavités des roches de la côte ; ces cavités sont des crevasses étroites, ou des trous sub-sphériques, pouvant atteindre 6 cm. de diamètre, communiquant dans tous les cas avec l'extérieur au moyen d'une petite ouverture presque indiscernable, généralement obstruée par la croissance de petites moules (*Modiolus*).

Quand, dans la journée, la mer a baissé au point qu'un « nid » d'*Onchidium* est resté au-dessus du niveau de l'eau pendant une demi-heure (ce qui arrive fréquemment environ 2 h. avant la marée basse), les *Onchidiums* de ce nid sortant en rampant les uns à la suite des autres, s'éloignent à quelque distance sur les rochers couverts d'algues aux dépens desquelles ils se nourrissent, puis (au moins 1 h. avant que leur nid ne soit de nouveau couvert par la mer montante), ils rentrent tous au nid.

Les *Onchidium* retournent chacun à son nid particulier, même sur des rochers très érodés où les nids sont nombreux et rapprochés, et cela quoique les individus provenant des différents nids se mêlent fréquemment durant leurs pérégrinations. Les mollusques appartenant à la même communauté commencent à retourner à leur nid presque simultanément, même lorsqu'ils sont dispersés sur une surface d'un mètre de diamètre et se trouvent sur deux côtés opposés du nid.

Le trajet de retour au nid des *Onchidium* est presque direct, quelles qu'aient été les sinuosités du voyage à l'aller. Un individu pris d'un côté du nid et placé du côté opposé, à une distance d'un mètre, éprouve, en général, peu ou pas d'hésitation à se retourner et à se mouvoir directement vers le nid.

Quelle est la nature du contrôle directeur du voyage de retour de ces organismes? Les auteurs, après avoir éliminé une série de facteurs, arrivent à la conclusion provisoire que l'*Onchidium* retourne à son nid particulier en vertu d'une condition interne, simulant la mémoire de la position de ce nid en fonction de ses environs, mais indépendamment de la direction qui pourrait être fournie par les caractères mécaniques du milieu.

1. *Proc. of the Nat. Acad. of Sc. of the U. S. of A.*, t. IV, n° 11, p. 319; nov. 1918.

Dans la mesure où les mouvements de retour au nid de l'*Onchidium* impliqueraient une mémoire associative, ce mollusque pourrait être placé dans une série comprenant des types tels que : *Chiton*, *Fissurella*, *Onchidium* et *Octopus*, tous quatre présentant ces mouvements à un degré croissant de précision et de complexité dans l'ordre ci-dessus.

§ 7. — Hygiène publique

L'action du sulfate de cuivre sur le plankton des eaux d'alimentation. — Les eaux d'alimentation provenant de lacs ou de barrages-réservoirs contiennent une certaine quantité de plankton, constitué surtout par des Algues vertes et des Diatomées. La plupart de ces organismes sont détruits par le passage dans les pompes et les changements de pression ; mais à certaines époques, en particulier au printemps, il se produit une poussée du plankton, qui peut alors parvenir en quantités importantes dans les conduites et y occasionner de sérieux inconvénients. Pour s'en débarrasser, on a recommandé en Amérique l'emploi du sulfate de cuivre ; d'après Whipple, une proportion de 1/1.000.000e agissant pendant 3 h. est suffisante pour tuer toutes les espèces, même les plus résistantes, et cette dose est absolument inoffensive pour l'homme et les animaux.

M. Alf. Bétant vient de rechercher si ce procédé était applicable avec succès aux eaux du lac Léman[1]. Dans ses expériences, il a fait circuler l'eau dans un tuyau de 10 cm. de diamètre et de 157 m. de longueur, sous un débit réglé par un robinet et calculé de telle façon que le passage de l'eau d'un bout à l'autre du tuyau se fasse en 3 h. Avant l'entrée dans le tuyau, l'eau passe dans un premier bassin où l'on peut prélever des échantillons ; de même, à la sortie du tuyau, elle passe dans un second bassin identique au premier, puis s'échappe par un trop-plein. On injecte le sulfate de cuivre à son entrée dans le tuyau, en quantité convenable pour réaliser la proportion de 1/1.000.000e.

Pour bien se rendre compte de l'effet dû à la simple sédimentation naturelle et de celui du sulfate, on injecte ce dernier par intermittences et l'on observe les différences entre les périodes d'injection et les périodes de suppression.

Avec ce dispositif, M. Bétant est arrivé à diminuer la proportion de plankton dans l'eau presque de moitié, soit environ de 60 à 30 mm³ pour 100 litres.

Il était intéressant de voir si, par une sédimentation plus prolongée, on arrivait à éliminer le résidu. Pour cela, l'auteur opère comme suit : Le dispositif précédent étant en marche avec injection de sulfate, on fait une première mesure pour vérifier l'action de celui-ci. Puis on interrompt l'arrivée d'eau et celle du sulfate. L'eau contenue dans le grand tuyau reste donc immobile et les organismes continuent à se sédimenter pendant le temps que l'on désire. Puis on remet l'installation en marche et l'on refait une mesure de plankton sur la première eau qui sort du tuyau.

Dans ces conditions, avec 1 h. de sédimentation supplémentaire, soit 4 h. en tout, le résidu de plankton a diminué de 17 %; avec 2 h., soit 5 h. en tout, il a diminué de 29 %; avec 3 h., soit 6 h. en tout, il a diminué de 42 %. On arrive donc à réduire à peu près de moitié le volume des organismes ayant échappé à la première sédimentation ; il reste toutefois un ultime résidu qui semble devoir persister, quel que soit le temps de sédimentation.

L'auteur n'a pas poussé les expériences plus loin que 3 h. de sédimentation supplémentaire, car c'est à peu près la limite réalisable dans la pratique. Prévoir davantage conduirait à construire des bassins d'une capacité telle que le coût d'établissement ne serait pas justifié par la très petite amélioration obtenue.

1. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, t. XLVI, p. 86; déc. 1918.

LES BASES PHYSIOLOGIQUES DE LA SOIF

Lorsqu'on considère le corps humain comme un organisme auto-régulateur, on constate que son existence dépend de trois apports nécessaires du monde extérieur : des aliments, destinés à sa croissance et à sa réparation, ainsi qu'à fournir l'énergie utilisée dans les activités internes et le maintien de la chaleur corporelle ; de l'oxygène, pour les processus oxydants essentiels à la vie ; de l'eau, pour servir de milieu à toutes les modifications chimiques du corps. Ces trois apports sont d'ordres d'urgence différents. Ainsi un homme peut vivre 30 à 40 jours sans absorber de nourriture, comme l'ont montré les jeûneurs professionnels[1], et sans subir de lésion permanente apparente de sa structure ou de ses fonctions. Par contre, le manque d'oxygène pour une période même minime peut provoquer l'insensibilité et la mort. Ainsi certaines cellules nerveuses de l'écorce cérébrale ne peuvent résister à une privation totale d'oxygène pendant plus de 8 à 9 minutes sans subir de telles modifications fondamentales qu'elles ne redeviennent pas normales quand elles en reçoivent de nouveau[2]. Entre la longue survie sans aliments et la très brève survie sans oxygène se place la période d'existence qui est possible sans eau. Les hommes égarés dans le désert et qui, sans eau à boire, ont erré sous un soleil brûlant ont vécu rarement, dans ces circonstances, plus de 3 à 4 jours et beaucoup sont morts au bout de 36 heures. On a signalé le cas exceptionnel d'un Mexicain qui, perdu dans les plaines arides du Sud-Ouest des Etats-Unis, marcha ou se traîna sur les mains et les genoux pendant 160 à 200 km. en buvant constamment ses propres excrétions, et parvint, après être resté 7 jours entiers sans eau, à atteindre une habitation[3]. C'est un record qui paraît unique. Si l'homme altéré n'est pas exposé à la chaleur ou à l'exercice, sa vie peut se prolonger pendant beaucoup plus de sept jours. Viterbi, prisonnier politique italien qui se suicida en refusant de manger et de boire, mourut le 18e jour de sa privation volontaire. Après le 3e jour, les tortures de la faim cessèrent ; mais, presque jusqu'à la fin, la soif fut toujours plus instante et cruelle. Il a noté progressivement : sa bouche et sa gorge desséchées, sa soif brûlante, sa soif ardente et continuelle, sa soif constante et toujours plus intolérable[4]. Ainsi, quoique la période de survie varie, la mort se produit infailliblement si l'on supprime la nourriture, ou l'oxygène, ou l'eau.

Normalement ces trois apports s'ajustent d'une façon plus ou moins constante aux besoins du corps. Les aliments sont utilisés sans arrêt à édifier l'organisme et à fournir l'énergie nécessaire à son activité, mais ils sont absorbés périodiquement. L'oxygène se combine continuellement avec le carbone et l'hydrogène et s'échappe du corps sous forme de CO^2 et H^2O, mais cette perte est compensée à chaque inspiration. Et l'eau s'élimine constamment par l'air expiré, par la sécrétion des reins et par la sueur. Le dégagement par la peau et les poumons seuls est si grand qu'on estime à environ 25 % la perte de chaleur du corps due à l'évaporation par ces surfaces[1]. Cette diminution continue de la teneur en eau doit être compensée par un nouvel apport, si l'on ne veut pas que des fonctions importantes commencent à présenter des signes de besoin.

Il est inutile de développer les preuves de l'absolue nécessité de l'eau dans nos processus physiologiques. L'eau est un constituant universel et essentiel de tous les organismes. Sans elle, la vie disparaît ou devient latente ; les graines sèches ne se réveillent qu'après avoir été humectées. Parce qu'elle est presque constamment à notre disposition, nous sommes portés à oublier sa nécessité absolue dans nos vies. Chez les habitants des régions désertiques, par contre, l'eau est le centre des pensées, autour duquel tournent toutes les autres préoccupations[2]. Il suffira de mentionner la présence de l'eau comme constituant principal des sécrétions digestives, son rôle dans les phénomènes chimiques de la digestion, son utilité comme véhicule d'absorption, son importance dans la composition du sang et de la lymphe, son emploi dans les fluides du corps comme lubrifiant, son action dans la régulation de la température du corps, pour illustrer l'influence de l'eau sur toutes les activités humaines.

Puisque l'eau est essentielle à la vie, et qu'elle s'élimine constamment de l'organisme, en créant un besoin correspondant de ravitaillement, il est intéressant d'étudier le mécanisme de ce ravitaillement.

1. Luciani : *Das Hunger*. Leipzig, 1890.
2. Gomez et Pike : *Journ. of experim. Medecine*, t. XI, p. 262 : 1909.
3. Mc Gee : *Interstate Med. Journ.*, t. XIII, p. 279 ; 1906.
4. Viterbi, signalé par Bardier, dans le *Dictionnaire de Physiologie* de Richet, article « Faim », t. VI, p. 7 (1907).

1. Gephart et Du Bois : *Arch. Int. Med.*, t. XVII, p. 902 ; 1916.
2. Mc Gee : The Seri Indians. *17 th Annual Report of the Bureau of American Ethnology*, p. 181.

L'existence d'un tel mécanisme résulte du fait que toutes nos fonctions essentielles, ayant pour but la préservation de l'individu et de la race, sont contrôlées non par la mémoire et la volonté, mais par des sensations et des désirs qui réclament satisfaction. La sensation désagréable de la soif nous force à boire. Mais l'attention spéciale du physiologiste ne se dirige pas vers l'aspect subjectif de ces dispositions automatiques ; il s'intéresse d'abord aux états de l'organisme qui donnent naissance à la sensation. Ce n'est que lorsque ces états et leurs relations avec les besoins de l'organisme sont connus que le contrôle automatique est expliqué.

Il y a environ 6 ans, j'ai attiré l'attention sur quelques tracés graphiques des mouvements de l'estomac chez un homme, lesquels montraient que la sensation de faim est associée avec des contractions puissantes de l'organe vide ou presque vide. Et comme les souffrances de la faim commençaient à être éprouvées après le déclanchement de la contraction, j'en ai tiré la conclusion que la faim n'est pas « une sensation générale », comme l'admettaient les physiologistes et les psychologues, mais qu'elle a son origine immédiate dans l'estomac et qu'elle est la conséquence directe d'une forte contraction[1]. Carlson et ses collaborateurs ont depuis lors amplement confirmé cette conclusion par des observations faites sur eux-mêmes et sur un homme porteur d'une fistule gastrique[2].

La soif est une sensation encore plus impérieuse que la faim par son caractère d'exigence et de souffrance. En réalité, ces deux expériences — faim et soif — sont des motifs si puissants de notre conduite que, dès les premiers temps, ils ont été employés comme exemples suprêmes d'un désir ardent. Les anciens prophètes parlent d'une « faim et soif de justice » pour exprimer l'ardeur de cette aspiration.

Pour discuter sur la soif, il est nécessaire de commencer par distinguer clairement entre la sensation primitive elle-même et l'appétit. La même distinction s'est imposée en considérant la nature de la faim. La souffrance de la faim est une douleur désagréable ou un tiraillement pénible ressenti dans la région de l'épigastre. L'appétit pour la nourriture, d'autre part, est relié à des expériences précédentes qui ont procuré des sensations plaisantes de goût ou d'odeur. Ainsi des associations s'établissent entre des substances comestibles particulières et les plaisirs qu'elles procurent, en aboutissant à ce résultat qu'un désir se développe de renouveler ces plaisirs. Dans chaque circonstance, soit pour la satisfaction de l'appétit, soit pour celle de la faim, le corps doit prendre de la nourriture.

De même, dans le cas de la soif, l'appétit pour telle ou telle boisson particulière se développe à partir des expériences antérieures et des associations établies d'un caractère agréable. Nous buvons non seulement parce que nous avons soif, mais aussi parce que nous apprécions un certain arôme ou bouquet, ou un goût particulier, et désirons en jouir de nouveau. En ce qui concerne l'appétit, l'absorption de liquide diffère toutefois de celle de la nourriture en ce que le fluide, qui quitte rapidement l'estomac, ne peut produire une sensation de satiété comme les aliments, qui s'accumulent dans l'estomac. C'est dans cette possibilité de faire durer les sensations agréables associées à l'acte de boire que résident les dangers provenant de l'usage excessif des boissons. Dans les conditions normales, cependant, c'est par la satisfaction de l'appétit pour une boisson particulière : thé, café, boissons alcooliques légères, que le corps reçoit suffisamment d'eau pour ses besoins avant que la soif ait l'occasion de se manifester. Mais, de même qu'il existe, derrière l'appétit pour la nourriture, une sensation de faim, prête à devenir impérieuse en cas de nécessité, de même la sensation urgente et cruelle de la soif peut apparaître comme une défense finale contre une trop grande diminution de la teneur en eau du corps.

***

On admet généralement que la soif est une sensation qui a son siège dans les parois muqueuses de la bouche et du pharynx, spécialement à la racine de la langue et au palais. Mc Gee, géologue américain qui a une grande expérience des régions désertiques, et a fait de nombreuses observations sur des individus souffrant d'une soif intense, a distingué cinq étapes par lesquelles passe l'homme avant de mourir faute d'eau[1]. Dans la première, il y a une sensation de sécheresse dans la bouche et la gorge, accompagnée d'un désir ardent de boire. C'est l'expérience commune de la soif normale. Cet état peut être soulagé par l'absorption d'une quantité modérée d'eau, ou par l'excitation d'un flux de salive qu'on obtient en suçant un

1. Cannon : A consideration of the nature of hunger, in *The Harvey Lectures*, New York, 1911-1912, p. 130; Cannon et Washburn : *Amer. J. of Physiol.*, t. XXIX, p. 441 ; 1912.
2. Carlson : *Control of Hunger in health and disease*. Chicago, 1916.

1. Mc Gee : *Interstate Med. Journ.*, t. XIII, p. 279 ; 1906.

fruit acide ou en mâchant une substance insoluble. Au second stade, la salive et le mucus de la bouche et de la gorge deviennent peu abondants et gluants; on a une sensation de siccité des membranes muqueuses; l'air inspiré paraît chaud; la langue se colle aux dents ou au palais; une boule semble monter dans la gorge et provoque des mouvements de déglutition sans fin pour la déloger. L'eau et l'humidité apparaissent alors comme le bien suprême. Même à cet état, la détresse peut être soulagée en sirotant ou reniflant à plusieurs reprises quelques gouttes d'eau. « Beaucoup de prospecteurs, dit Mc Gee, deviennent des artistes dans l'art d'humecter la bouche et portent des bidons dans ce seul but, les boissons prises au camp devant fournir aux besoins généraux de l'organisme. » Les trois dernières étapes décrites par Mc Gee, dans lesquelles les paupières se raidissent sur les globes oculaires fixés en un regard sans vision, la langue distale se durcit en un poids lourd, et la victime misérable a des hallucinations de lacs et de cours d'eau, sont trop pathologiques pour nous intéresser ici.

Le fait que je désire mettre en évidence, c'est la sécheresse persistante de la bouche et de la gorge dans la soif. Un témoignage direct nous a été donné par King, médecin d'une troupe de cavalerie des Etats-Unis qui, pendant 3 jours et demi, se trouva perdue sans eau dans le torride « Llano Estacado » du Texas. Il a noté que, le 3e jour, les sécrétions salivaire et muqueuse faisaient défaut et que les bouches et les gorges étaient si desséchées que les aliments, pendant la mastication, se rassemblaient autour des dents et contre le palais et ne pouvaient être avalés. « Le sucre ne se dissolvait pas dans la bouche[1]. »

On trouve une autre preuve de la relation entre la sécheresse locale de la bouche et de la gorge et la sensation de soif dans quelques-unes des conditions qui provoquent cette sensation. On a observé que la respiration d'air chaud exempt d'humidité, l'action de parler ou de chanter longtemps, la mastication répétée d'aliments secs, l'influence inhibitrice de la peur et de l'anxiété sur la sécrétion salivaire, aboutissent à la dessiccation des membranes muqueuses buccales et pharyngiennes, suivie de la sensation de soif. D'autre part, des états de régions éloignées de la bouche, mais amenant une réduction des fluides du corps, comme la sueur profuse, la diarrhée excessive du choléra, la diurèse du diabète, ainsi que les pertes de l'hémorragie ou de la lactation, sont des causes bien connues de la même sensation. Il existe donc, semble-t-il, des causes à la fois locales et générales de la soif. En correspondance avec ces observations, on a émis deux groupes de théories, comme dans le cas de la faim : les unes expliquent la soif comme une sensation locale, les autres comme une sensation générale et diffuse. Examinons d'abord ces théories.

L'hypothèse que la soif est une sensation d'origine locale a eu peu d'avocats, et les preuves apportées en sa faveur sont rares. En 1885, Lepidi-Chioti et Fubini[1] ont signalé le cas d'un garçon de 17 ans, souffrant de polyurie et qui éliminait 13 à 15 litres d'urine par jour. Lorsqu'on l'empêchait de boire pendant quelques heures, ce jeune homme était tourmenté par une soif intense, qu'il localisait au fond de la bouche et parfois à l'épigastre. Les observateurs cherchèrent l'effet produit par le brossage du fond de la bouche avec une solution étendue de cocaïne. A peine l'application de cette substance était-elle réalisée que la sensation douloureuse cessait complètement, et le malade restait à l'aise pendant 15 à 35 minutes. Si, au lieu de cocaïne, on employait de l'eau pour l'essuyage des membranes muqueuses, la soif disparaissait pendant 2 minutes seulement. L'abolition temporaire d'une soif persistante par l'emploi d'un anesthésique local, chez un être humain qui peut témoigner de ses expériences, vient bien à l'appui de l'origine locale de la sensation. Une preuve ajoutée par Valenti[2] est également suggestive. Il cocaïnisait le fond de la bouche et le haut de l'œsophage de chiens privés d'eau pendant plusieurs jours, et il nota qu'ils refusèrent ensuite de boire. On peut supposer que le refus de prendre de l'eau était dû à l'inhibition du réflexe de déglutition par l'anesthésie de la muqueuse pharyngienne, comme l'a signalé Wassilief[3]. Mais Valenti indique que ses animaux étaient tout à fait capables d'avaler[4].

Quoique ces observations permettent de conclure à une source locale de la sensation de soif, elles n'expliquent pas la façon dont la sensation se développe. Valenti a émis l'idée que tous les nerfs afférents de la partie supérieure du tube digestif sont excitables en stimulus de soif; mais cette hypothèse ne fait pas progresser nos connaissances tant que nous n'avons pas élucidé ce

1. King : *Amer. Journ. Med. Sc.*, t. LXXV, p. 404; 1878.

1. Lepidi-Chioti et Fubini : *Giorn. d. R. Accad. d. Med.*, Turin, t. XLVIII, p. 905; 1885.
2. Valenti : *Arch. ital. de Biol.*, t. LIII, p. 94; 1910.
3. Wassilief : *Zeitschr. für Biol.*, t. XXIV, p. 40; 1888.
4. Valenti : *Centralbl. für Physiol.*, t. XX, p. 450; 1906.

que sont ces stimulus. On peut faire une critique analogue à la théorie de Luciani, d'après laquelle les nerfs sensitifs de la muqueuse buccale et pharyngienne sont spécialement sensibles à une diminution de la teneur en eau du fluide circulant à travers le corps, et que ces nerfs sont des sentinelles avancées, comme les nerfs de la peau pour la douleur, avertissant le corps du danger[1]. On ne connaît pourtant aucun trait spécial des nerfs de cette région, ni aucun organe terminal particulier. L'idée que ces nerfs sont en relation spéciale avec un besoin général du corps est une pure hypothèse. Il est indubitable qu'ils sont les intermédiaires de la sensation de soif. Mais le problème se pose de nouveau : comment sont-ils excités ?

Schiff a exposé avec autorité l'idée que la soif est une sensation générale. Elle provient, dit-il, d'une diminution de la teneur en eau du corps, condition dont l'organisme entier souffre. La référence locale au pharynx, comme la référence locale de la faim à l'estomac, est due à une association d'expériences. Donc la sensation de sécheresse de la gorge, quoiqu'elle accompagne la soif, n'a que la valeur d'un phénomène secondaire, et elle n'a pas de relation plus intime avec la sensation générale de soif que la lourdeur des paupières avec la sensation générale de sommeil[2]. Cette conception de la soif, comme sensation générale, est communément acceptée en s'appuyant sur de nombreuses preuves expérimentales. L'interprétation de ces preuves, toutefois, est sujette à objections et elle doit être examinée avec attention.

Les premières expériences invoquées sont celles de Dupuytren, puis les expériences analogues et postérieures d'Orfila[3]. Ces auteurs ont aboli la soif chez des chiens en leur injectant de l'eau et d'autres liquides dans les veines. Et Schiff rapporte que Magendie a traité avec succès par la même méthode la soif d'un malade atteint d'hydrophobie. Dans ces cas, le traitement était évidemment général, en ce qu'il affectait le corps dans son entier. Mais il s'en faut qu'on ait ainsi prouvé que la soif est une sensation générale, car l'injection de fluide dans la circulation peut avoir changé l'état local de la bouche et du pharynx, de façon à faire disparaître la sensation locale.

Dans les travaux sur la soif, on cite souvent l'expérience classique de Claude Bernard. Il pratiquait une fistule gastrique sur un chien, par où s'écoulait l'eau absorbée par l'animal. Lorsque l'animal avait soif, il buvait jusqu'à ce qu'il fût fatigué; puis, après s'être reposé, il recommençait. Mais, après fermeture de la fistule, l'absorption d'eau faisait rapidement passer la soif. Il en concluait que la soif doit être une sensation générale, car le passage de l'eau à travers la bouche et le pharynx en mouillait la surface, et cependant l'animal n'était pas satisfait jusqu'à ce que l'eau entrât dans l'intestin et fût absorbée par le corps[1]. Cette preuve paraît concluante. Toutefois, les expressions « fatigué » et « reposé » sont des interprétations de l'observateur, mais non le témoignage du chien. On peut tout aussi bien supposer que l'animal s'arrêtait de boire parce qu'il était désaltéré et qu'il recommençait quand la soif reprenait. Les seules hypothèses nécessaires pour interpréter de cette façon la conduite de l'animal sont : qu'il faut un temps appréciable pour humecter la muqueuse buccale et pharyngienne suffisamment pour éteindre la soif — c'est l'opinion de Voit[2] — et que ces régions se dessèchent rapidement en l'absence d'une teneur adéquate en eau du corps. Cette interprétation s'accorde avec l'idée que la soif est une sensation de source locale. En outre, elle n'est pas contredite par la satisfaction manifestée par le chien après clôture de sa fistule, car l'eau absorbée peut, comme celle injectée dans les veines, étancher la soif en modifiant les conditions locales. Nous ne pouvons donc admettre que l'expérience de Cl. Bernard soit une preuve que la soif est une sensation générale.

Parmi les autres observations citées comme favorables à la théorie du caractère diffus de l'origine de la soif, il faut rappeler celles de Longet. Après avoir lésé les nerfs glosso-pharyngien, lingual et vague des deux côtés chez le chien, il a observé qu'ils buvaient comme d'habitude après avoir mangé[3]. Si la soif a une origine locale dans la bouche et le pharynx, pourquoi les animaux chez lesquels les nerfs desservant ces deux régions ont été coupés boivent-ils encore de l'eau ? On peut donner deux réponses à cette question. D'abord, comme l'a montré Voit[4], Longet n'a pas sectionné toutes les branches du vague et du trijumeau allant à la bouche et au pharynx, et par conséquent une certaine sensation a persisté. Puis, même si tous les nerfs ont

1. Luciani : *Arch. di Fisiol.*, t. III, p. 541 ; 1906.
2. Schiff : Physiol. de la Digestion, t. I, p. 41 ; Florence et Turin, 1867.
3. *Dictionn. des Sc. médic.* (Paris), t. LVI, p. 469 ; 1821.

1. Cl. Bernard : *Physiologie expérim.*, t. II, p. 49 ; Paris, 1856.
2. Voit : *Hermann's Handouch der Physiol.*, Abt. 6, p. 566 ; Leipzig, 1881.
3. Longet : Traité de Physiolog., t. I, p. 35 et suiv. ; Paris, 1868.
4. Voit : *Loc. cit.*

été sectionnés, le fait que les animaux boivent ne prouve pas que la soif existe comme sensation générale, car on peut boire par vue du liquide, ou par habitude, sans le stimulus d'une bouche sèche, de la même façon qu'on peut manger à la vue des aliments, sans le stimulus de la faim. En d'autres termes, l'élément « appétit », signalé plus haut, peut entrer en ligne de compte, et par habitude et association d'expériences déterminer les réactions présentes.

La dernière preuve en faveur de l'origine diffuse de la soif a été fournie par l'étude des modifications du sang. Ces variations, en altérant le « milieu intérieur » des cellules du corps, doivent les affecter toutes. En 1900, Mayer a publié des mémoires sur l'augmentation de la pression osmotique du sang, déterminée par l'abaissement du point de congélation du sérum, qu'il a notée dans des conditions qui s'accompagnent naturellement de soif. Chez des chiens privés d'eau pendant plusieurs jours, la pression osmotique du sérum sanguin s'élève, et chez des lapins placés dans une chambre chauffée on observe le même phénomène. Ainsi les conditions qui empêchent l'alimentation en eau du corps, ou qui accroissent la perte d'eau du corps par transpiration ou évaporation pulmonaire et qui sont bien connues comme provoquant la soif, sont associées à une élévation de pression osmotique. Et Mayer ajoute que, dans toutes les autres circonstances où la soif apparaît, — diabète avec augmentation du sucre du sang, affections rénales avec accumulation de déchets dans les fluides du corps, rage aiguë avec privation totale d'eau, choléra avec élimination d'eau excessive par l'intestin, — la pression osmotique du sang s'élèverait. D'autre part, quand un chien altéré boit, l'hypertonicité de son sérum disparaît, il retourne à son état normal et il cesse de boire.

De ces observations, Mayer conclut que, toutes les fois que la pression osmotique du sang s'élève au-dessus de la normale, la soif apparaît ; quand elle retourne à la normale, la soif disparaît ; et quand la pression varie, la soif varie aussi. Comme les injections intraveineuses de solutions salines hypertoniques causent, par excitation des centres bulbaires, d'après Mayer, une élévation de pression artérielle et une vasodilatation rénale et intestinale — agissant toutes deux pour abaisser la pression osmotique anormalement accrue du sang — il en déduit que d'autres facteurs existent dans l'organisme, à côté du besoin d'eau, qui tendent à maintenir le sang normal. La soif, dit-il, est le dernier d'une série de mécanismes agissant pour protéger l'organisme contre l'hypertonicité de ses fluides.

En résumé, donc, l'individu altéré a un sang à pression osmotique élevée. Cet état affecte toutes les cellules du corps. Il trouble les cellules du système nerveux central et provoque, à la fois, des réactions circulatoires protectrices et, au cas où elles sont insuffisantes, un malaise et une irritabilité, se traduisant par une sensation désagréable dans la région du pharynx. Cet état s'accompagne d'une impulsion à boire ; quand celle-ci est satisfaite, l'eau absorbée restaure l'état normal[1].

Les observations de Mayer furent bientôt confirmées, mais ses déductions ont été récusées. En 1901, Wettendorff, travaillant à Bruxelles, constate que, si des chiens sont privés d'eau, leur sang présente, en effet, de l'hypertonicité, mais que ce phénomène n'est pas appréciable dans les premiers jours de la privation. Dans un cas, il n'y eut aucune modification du point de congélation du sérum pendant les trois premiers jours de soif. L'apparition d'une altération sérieuse de la pression osmotique du sang est donc relativement tardive. Comme l'organisme perd continuellement de l'eau et que néanmoins le sang reste sans changement pendant un ou deux jours, Wettendorff en conclut que la consistance du sang est maintenue aussi longtemps que possible par soustraction d'eau aux fluides extravasculaires et aux tissus. De plus, la soif se présente nettement bien avant qu'on note un changement considérable du sang. Un animal, dont le point de congélation du sérum s'est abaissé seulement de 0°,01 C. par une privation d'eau de 4 jours, absorbe 200 cm³ d'une solution saline physiologique, boisson qui lui aurait répugné dans les conditions normales. De même, quand le sang est devenu légèrement hypertonique, un chien peut boire une solution saline normale sans abaisser sa pression osmotique, et ensuite, en refusant de boire davantage, agir comme s'il avait étanché sa soif. Mais si un animal à sang très hypertonique est placé devant une solution saline hypertonique, il l'absorbe à plusieurs reprises, — acte qui peut s'expliquer par un drainage croissant de l'eau des tissus et, par conséquent, une soif croissante.

De toutes ces observations, Wettendorff conclut que l'origine de la soif ne réside pas dans des modifications du sang lui-même, mais dans l'acte de retirer de l'eau aux tissus. Les liquides baignant les cellules seraient donc les premiers à se concentrer quand l'organisme perd de l'eau. Et par la modification résultante des conditions

1. Mayer : *C. r. Soc. Biol.*, t. LII, pp. 154, 389, 522 ; 1900. Voir aussi : *Essai sur la soif*, Paris, 1900.

de la vie cellulaire dans tous les tissus se développerait l'état particulier qui provoque la sensation de soif. Cet effet est diffusé partout et il est indépendant de toute influence spéciale du processus de déshydratation sur le système nerveux même.

Pour expliquer la localisation de la sensation dans la bouche et la gorge, Wettendorff distingue entre une « vraie soif » et une « fausse soif ». La « vraie soif », déclare-t-il, dépend d'un besoin actuel du corps et persiste jusqu'à ce que ce besoin soit satisfait. La « fausse soif » est seulement une sécheresse de la bouche et du pharynx. La dessiccation de cette région se présente, naturellement, dans la vraie soif, mais c'est alors une expression de la déshydratation générale des tissus, exagérée peut-être par le contact avec l'air extérieur. Par l'expérience, les deux conditions — sécheresse buccale et déshydratation générale — sont devenues associées. Même dans la vraie soif, on peut abolir temporairement la sensation en humectant la membrane muqueuse pharyngienne, mais le résultat n'est qu'une « fausse satisfaction », une « auto-déception », rendue possible parce qu'une longue et agréable expérience a montré que l'humectation de cette région par l'acte de boire provoque la satisfaction d'un besoin instinctif[1].

***

La revue des observations et des théories précédentes nous a révélé que l'attitude des physiologistes en ce qui concerne la soif a été à peu près la même qu'en ce qui concerne la faim. Dans chaque état, l'absence d'un constituant essentiel du corps fait naître un besoin général de l'organisme, qui se traduit par une sensation bien définie. Dans chaque cas, on a recueilli les témoignages de personnes dignes de crédit sur leurs sensations, et on en a cherché l'explication. Ainsi, pour la soif, la sensation primaire est décrite universellement comme une impression de sécheresse et de viscosité dans la bouche et la gorge[2]. Au lieu d'essayer de rendre compte de cette expérience comme telle, on a, au contraire, porté l'attention sur le besoin organique qui l'accompagne; comme ce besoin est général, on a supposé que la sensation est générale, et la soif que tout le monde éprouve et connaît a été classée comme phénomène secondaire associé ou référence périphérique d'une modification centrale. Ce qui est réellement douteux dans cette conception de la soif, comme dans la vieille conception de la faim, c'est la « sensation générale ». Il n'y a aucune doute que les premiers stadès du besoin d'eau puissent être accompagnés d'une augmentation d'irritabilité et d'une sensation vague de faiblesse et de flaccidité. Mais l'homme altéré ne se plaint pas de cet état général. Il est tourmenté par une gorge desséchée et brûlante, et toute explication du mécanisme physiologique qui maintient la teneur en eau de l'organisme doit prendre en considération ce fait fondamental.

En recherchant un mécanisme qui assure automatiquement l'apport d'eau à l'économie corporelle, nous pouvons suivre deux guides : 1° il peut exister un dispositif périphérique qui, en présence d'un besoin d'eau général de l'organisme, produise la sécheresse de la bouche et de la gorge; 2° un arrangement périphérique de cette nature doit être spécialement caractéristique des animaux qui perdent constamment et rapidement de l'eau et ont besoin de renouveler souvent leur provision. Ces deux guides nous permettront d'approcher biologiquement de l'explication de la soif que je désire mettre en lumière.

Dans un sens, tous les animaux perdent constamment de l'eau, car même les formes les plus simples excrètent leurs déchets en solution. Toutefois, en ce qui concerne la perte d'eau, on peut s'attendre à trouver une différence marquée entre les animaux vivant dans l'eau et dans l'air. Il est même difficile de concevoir un animal aquatique ayant soif. La surface entière du corps, la bouche et la gorge sont, par la vie active, continuellement baignées par un fluide en mouvement. La nourriture est absorbée à l'état humide dans un milieu humide. L'activité rénale et la sécrétion des glandes digestives sont probablement les deux seules voies importantes par lesquelles l'eau quitte l'économie, et les sécrétions digestives sont bientôt réabsorbées en grande partie. Au contraire, les animaux terrestres, les Mammifères par exemple, perdent de l'eau non seulement par ces deux voies, mais aussi par l'humectation des aliments secs, par l'évaporation à la surface étendue des poumons et par l'action de nombreuses glandes sudoripares. C'est à cause de cette possibilité d'une grande et rapide élimination d'eau que l'animal terrestre sent le besoin spécial d'être assuré d'un réapprovisionnement convenable.

Chez l'habitant des eaux, la peau, la bouche et le gosier sont maintenus humides par le milieu

1. Wettendorff : *Travaux du Laborat. de l'Institut Solvay* (Bruxelles), t. IV, pp. 353-484; 1901.

2. Foster : *Textbook of Physiology*, p. 1423; Londres, 1891. — Ludwig : *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 586. — Voir : *Hermann's Handbuch der Physiologie*, Abt. 6, p. 566.

dans lequel il se meut. Au cours de l'évolution, quand les organismes ont passé de l'habitat aquatique à l'habitat aérien, la peau est devenue sèche et cailleuse; des parties autrefois constamment baignées par l'eau, seules la bouche et la gorge continuent à être humides. Ces régions sont maintenant exposées à l'air et tendent à se dessécher. Le revêtement de ces parties les rend probablement spécialement aptes à la dessiccation en présence d'air sec, car la muqueuse de la bouche et du pharynx, au-dessous du niveau du plancher des fosses nasales, est composée d'épithélium squameux. Quelques glandes muqueuses sont éparpillées çà et là, mais elles sont incapables de maintenir les surfaces assez humides, comme n'importe qui peut le constater en respirant quelques minutes par la bouche. Quand l'air passe et repasse par ce conduit, comme chez l'orateur, ou le chanteur, ou encore le fumeur, il faut donc s'attendre à ce que la sensation de sécheresse et de viscosité, qu'on appelle soif, prenne naissance.

Comparons cet état de la bouche avec celui du conduit respiratoire, où la membrane de recouvrement est formée d'épithélium columnaire et est richement pourvue, en particulier dans le nez, d'une multitude de glandes muqueuses. Par cette voie l'air se déplace constamment sans aucun signe de dessiccation, excepté après une privation d'eau extrême et prolongée. Mais il existe une portion de ce trajet normal de l'air qui, en l'absence d'humidité suffisante, est particulièrement sujette à se dessécher. C'est le pharynx, à la croisée du conduit respiratoire avec le conduit digestif, c'est-à-dire là où l'air inspiré, rendu insuffisamment humide dans le nez, passe sur des surfaces autrefois mouillées par l'eau. Là, même la respiration nasale peut exciter des sensations désagréables si la teneur en eau du corps est réduite, et, dans les cas de soif marquée, la sécheresse de cette région peut exciter des mouvements de déglutition fatigants.

Les questions fondamentales sont maintenant les suivantes : Pourquoi la bouche et le pharynx ne donnent-ils pas une sensation de sécheresse désagréable dans les conditions ordinaires? Et pourquoi la ressentent-ils quand l'organisme a besoin d'eau? De nouveau, une comparaison des habitants de l'eau et de l'air va nous offrir des suggestions appropriées. Une différence caractéristique entre ces deux groupes d'animaux réside dans la possession, par les habitants de l'air, de glandes buccales spéciales. Celles-ci sont absentes chez les Poissons, mais on les retrouve chez tous les autres Vertébrés, à partir des Amphibiens. D'abord peu différenciées, elles se développent chez les Mammifères en trois paires de glandes salivaires : parotides, sous-maxillaires, sous-linguales. Si nous considérons la soif chez l'homme, ce groupe salivaire nous intéresse seul. Ces organes sécrètent un fluide contenant normalement plus de 97 %, parfois plus de 99 % d'eau [1]. Et voici maintenant la théorie de la soif dont je désire fournir des preuves : Les glandes salivaires doivent, entre autres fonctions, maintenir humide l'ancien trajet mouillé par l'eau; comme les autres tissus, elles souffrent lorsque l'eau manque dans l'organisme — déficit d'autant plus important pour elles que leur sécrétion renferme presque uniquement de l'eau; aussi, lorsque ces glandes n'arrivent plus à produire un fluide suffisant pour humecter la bouche et la gorge, il se développe une sensation locale de malaise et de désagrément qui constitue la soif.

Que l'un des usages des glandes buccales soit de maintenir humides les surfaces sur lesquelles se distribue leur sécrétion, le fait que ces structures apparaissent pour la première fois chez les Vertébrés aériens l'indique bien. Cette conclusion est renforcée par ce qu'on observe chez les Cétacés, formes de Mammifères qui sont retournées à l'existence aquatique et chez lesquelles la perte du corps en eau et le besoin d'une humectation de la bouche et de la gorge sont tout deux fortement réduits. Fait remarquable, chez ces animaux, les glandes salivaires font défaut ou sont très rudimentaires. L'apparition et la disparition des glandes buccales chez de grands groupes d'animaux, correspondant à l'exposition ou la non-exposition de la bouche et de la gorge à l'air desséchant, montrent que ces glandes protègent la muqueuse buccale contre la dessiccation.

La preuve expérimentale de cette fonction protectrice des sécrétions salivaires a été fournie incidemment, il y a bien des années, par Bidder et Schmidt. Ils se proposaient d'étudier les sécrétions fluides qui peuvent apparaître dans la bouche en dehors de la salive. Dans ce but, ils liaient chez des chiens tous les conduits salivaires. Le premier effet fut une diminution si frappante de la couche fluide sur la muqueuse buccale que ce n'est qu'en maintenant la gueule fermée que la surface restait humide; quand l'animal respirait par la bouche, la surface se desséchait rapidement. L'avidité pour l'eau en était fortement accrue, de sorte que l'animal était toujours enclin à boire [2].

1. Becker et Ludwig : *Zeitschr. f. rat. Med.*, t. I, p. 278, 1851.

2. Bidder et Schmidt : *Verdauungssäfte und Stoffwechsel*, p. 3 ; Leipzig, 1852.

Il existe, en relation avec ce rôle de la salive de mouiller et de lubrifier les parties de la bouche, un réflexe spécial pour la sécrétion salivaire quand la muqueuse buccale est exposée à des conditions qui tendent à la dessécher. Ainsi, comme les recherches de Pavlov[1] l'ont démontré, quand on introduit des aliments secs dans la bouche, la sécrétion de salive est beaucoup plus forte qu'avec des aliments humides. Et Zebrowski[2] a trouvé, au cours de ses observations sur des malades pourvus d'une fistule parotidienne, que, tandis qu'aucune salive ne coule avec la bouche fermée, il sort du conduit salivaire 0,25 cm³ en 5 minutes quand la bouche est ouverte. Ce réflexe est facile à mettre en évidence. Si l'on se bouche les narines et qu'on respire par la bouche pendant 5 minutes, il ne se produit généralement rien pendant la première minute. La muqueuse commence alors à sentir la sécheresse, et immédiatement la salive se met à couler et continue pendant le reste de la période. J'ai ainsi recueilli jusqu'à 4,7 cm³ en 5 minutes. Des mouvements de mastication, avec la bouche vide, ne fournissent en 5 minutes qu'environ 1 cm³. Dans ces observations, des précautions ont été prises contre tout effet psychique dû à l'intérêt, en additionnant de longues colonnes de chiffres pendant l'expérience. Il semble donc clair que, quand la bouche tend à se dessécher, les glandes salivaires sont normalement excitées à agir de façon à humecter les surfaces affectées. L'acte de la déglutition favorise le processus, car le fluide se répand ainsi en arrière de la langue et atteint la paroi postérieure du pharynx.

J'ai examiné par deux voies la question de savoir s'il y a une relation entre l'existence d'un besoin d'eau du corps et la diminution du flux de salive : en restant sans boire pendant une période considérable, ou en transpirant abondamment, tout en mesurant la sécrétion salivaire sous une excitation uniforme. On déterminait celle-ci en mastiquant pendant 5 minutes et à une vitesse uniforme une gomme insipide, en recueillant la salive qui s'écoulait durant cette période et en mesurant son volume. Toutes ces observations se font de préférence à l'état de repos ; les résultats sont ainsi plus uniformes.

Voici un exemple qui illustre l'influence de l'abstention de tout liquide pendant quelque temps sur le flux salivaire (fig. 1). On commence à 7 heures du matin la mastication destinée à exciter la sécrétion et on la répète à chaque heure jusqu'à 8 heures du soir. On a pris entre 7 et 9 heures un déjeuner consistant en une préparation de céréales sèches, et entre midi et 1 heure un lunch de pain sec. Rien n'a été bu depuis le soir précédent. Depuis le premier essai à 7 heures jusqu'à 11 heures, il y a eu peu de changement dans l'écoulement de salive ; la moyenne sécrétée en 5 minutes a été de 14,1 cm³, avec des extrêmes de 13 et 16,4 cm³. Puis le flux commence à diminuer, et à 2 heures, il n'est plus que de 6,4 cm³. La moyenne des deux observations à 2 heures et à 3 heures est de 7,7 cm³,

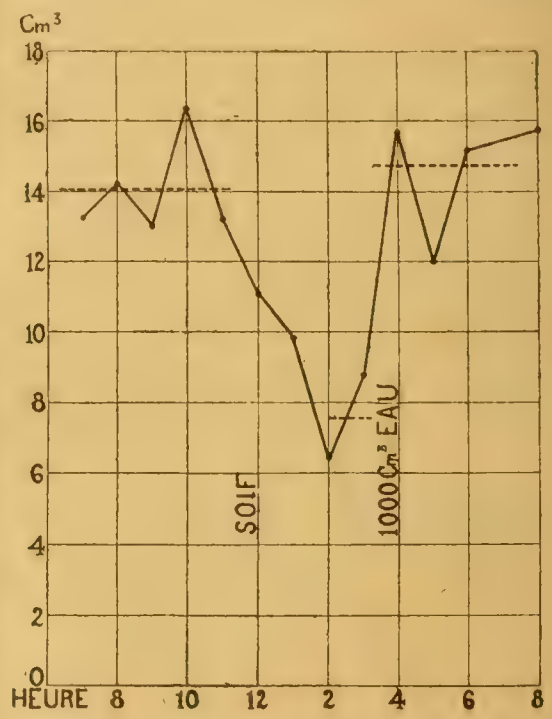


Fig. 1 — *Graphique montrant la sécrétion de la salive en période de soif et après absorption d'eau.*

soit à peine un peu plus de la moitié de la moyenne du matin. Entre 3 heures et 4 heures, on boit un litre d'eau. L'effet est aussitôt apparent. A 4 heures l'écoulement est de 15,6 cm³, et pendant les 4 heures suivantes, où une nouvelle quantité d'eau a été absorbée, ainsi qu'un souper avec potage et autres liquides, la moyenne de la sécrétion a été de 14,6 cm³, chiffre qui correspond bien à la moyenne du matin. D'autres essais de même nature ont donné des résultats similaires, quoiqu'on ait noté des variations dans la rapidité de diminution des quantités de salive sécrétée.

Une diminution analogue de la sécrétion salivaire se produit après l'élimination d'eau du corps par la transpiration. Dans un cas, la perte, en 1 heure environ, de 500 cm³ de sueur a été

1. Pavlov : *The work of the digestive glands*, 2e éd., p. 70, 82; Londres, 1910.
2. Zebrowski : *Arch. f. die ges. Physiol.*, t. CX, p. 105; 1905.

accompagnée d'une réduction de la sécrétion salivaire d'à peu près 50 %.

A la diminution de sécrétion salivaire par mastication correspond une diminution du flux réflexe résultant de l'assèchement de la bouche. Le flux réflexe est tombé, dans mes expériences, de 3 à 4 cm³ en 5 minutes dans les conditions normales à un peu plus de 1 cm³ durant la soif.

Le rapport entre la diminution du flux salivaire dans ces expériences et la sensation de soif est tout à fait défini. Dans l'expérience de la figure 1, par exemple, on n'a pas noté la sensation de soif jusqu'à ce que la sécrétion de la salive ait commencé à décliner, après 11 heures. Dès ce moment, l'arrière-gorge commença à ressentir la sécheresse; il y eut de fréquentes déglutitions, en même temps que les mouvements de la langue et l'acte de la déglutition s'accompagnaient d'une sensation de viscosité, d'un défaut de lubrification convenable de ces organes. Tout ce malaise disparut après la restauration du flux salivaire par absorption d'eau.

Il faut insister sur l'accroissement d'activité spontanée de la langue et les mouvements de déglutition répétés quand la soif devient plus prononcée. Ces mouvements provoquent une légère excitation de la sécrétion salivaire, et ils ont, de plus, l'effet évident de répandre le fluide sécrété. Mais, en l'absence d'une quantité suffisante de liquide, ils augmentent la sensation désagréable en accentuant le frottement dû au manque de lubrifiant. La « boule dans la gorge » dont se plaignent les personnes qui souffrent d'une soif extrême s'explique sans doute par la difficulté que rencontrent l'épiglotte et la racine de la langue à frotter sur la paroi postérieure du pharynx dans les essais de déglutition.

Le seul fait que je connaisse et qui soit contraire à mes vues est celui d'un psychologue, rapporté par Boring[1]. Cet observateur a certifié que, lorsqu'il commença à avoir soif, le flux de salive était encore copieux. Huit autres observateurs du même groupe décrivent la soif comme caractérisée par la sécheresse du dessus de la langue, la sécheresse des lèvres, la sensation d'avoir une « gorge sèche et irritable », une sensation de viscosité et de plissement désagréable, localisée dans le milieu et l'arrière de la langue, et dans le palais. Cet ensemble de témoignages concorde avec les observations antérieures et suggère la possibilité d'une erreur dans celle suivant laquelle la soif était associée avec une sécrétion libre de salive.

On a obtenu une autre preuve de la relation entre l'absence de salive et la présence de la soif en empêchant la sécrétion salivaire par l'atropine. Avant l'injection, la quantité sécrétée en 5 minutes par mastication était en moyenne de 13,5 cm³; quand l'effet complet de cet agent fut manifeste, elle était tombée à 1 cm³. Toutes les sensations notées dans la soif ordinaire — surfaces sèches, viscosité des parties mobiles, difficulté de parler et d'avaler — se manifestèrent alors. Ces expériences désagréables disparurent aussitôt que la bouche et la gorge eurent été lavées avec une solution faible de novocaïne. L'effet immédiat, dans ce cas, était dû sans doute à l'eau de la solution, mais comme le soulagement dure plus longtemps que lorsqu'on emploie seulement de l'eau, l'anesthésique agit également. Cette expérience concorde avec celle de Lepidi-Chioti et Fubini, citée plus haut. Je n'ai pas bu d'eau pendant la durée d'action de l'atropine, et quand celle-ci fut terminée et que le flux de salive fut rétabli, la soif disparut également. Cette relation entre la soif et l'action d'une drogue a déjà été notée; mais la théorie suivant laquelle la soif est une sensation « générale » était si fermement acceptée qu'on a supposé que la drogue produisait son effet, non par une action locale, mais par des modifications centrales et une altération du sang[1].

La soif qui accompagne l'anxiété et la frayeur est d'un caractère analogue à celle qui résulte de l'action de l'atropine. On connaît bien l'inhibition de la sécrétion salivaire causée par ces états émotionnels. C'était la base de l'ancienne « ordalie du riz » employée aux Indes pour déceler le coupable dans un groupe de personnes suspectes. On la retrouve de nos jours dans l'effet des raids aériens sur les habitants de Fribourg-en-Brisgau, noté par Hoche, qui signale que les signes de grande frayeur — claquement des dents, pâleur, diarrhée — étaient accompagnés d'une soif intense[2]. La nature inextinguible de la soif qui résulte de l'effroi constitue une grande partie du malaise de l'orateur novice.

***

En me basant sur ce qui précède, je considère donc la soif comme provenant directement de ce à quoi elle semble due : d'une dessiccation relative de la muqueuse de la bouche et du pharynx. Celle-ci peut résulter, soit d'un usage excessif de cette voie pour la respiration, comme dans le discours ou le chant prolongé, soit d'un déficit de la sécrétion salivaire. Dans ce dernier

1. Boring : *The Psycholog. Review*, t. XXII, p. 307; 1915.

1. Sherrington : *Schäfers Textbook of Physiol.*, t. II, p. 991; Londres, 1900.

2. Hoche : *Medizin. Klinik*, t. XIII, p. 906; 1917.

cas, on est en face de la « vraie soif »; mais celle-ci ne peut être distinguée, au point de vue de la sensation, de la « fausse soif ». La vraie soif dépend du fait que les glandes salivaires, qui maintiennent humide la muqueuse buccale et pharyngienne, ont besoin d'eau pour fonctionner. D'après les observations et les déductions de Wettendorff, la pression osmotique du sang se maintient, malgré la privation d'eau, par soustraction d'eau aux tissus. Les glandes salivaires font partie de ces tissus, et elles paraissent souffrir d'une façon conforme à l'hypothèse de Wettendorff, car en présence d'un besoin général d'eau du corps, elles ne suffisent plus à maintenir la quantité et la qualité[1] normales de leur sécrétion. Il en est sans doute de même pour d'autres glandes. Toutefois, l'importance de ce déficit d'action des glandes salivaires pour le mécanisme de l'alimentation du corps en eau réside dans la position stratégique de ces glandes par rapport à une surface qui tend à se dessécher sous l'action du passage de l'air. Si cette surface n'est pas maintenue humide, il en résulte un malaise et une impulsion à chercher des moyens bien connus de soulagement. Ainsi la diminution d'activité des glandes salivaires devient un indicateur délicat de la demande d'eau du corps.

L'explication précédente s'accorde avec les suggestions qui ont été émises pour attribuer à la soif une origine locale. Mais elle ne requiert pas des nerfs spécialisés, ou une sensibilité particulière de la première portion du tube digestif, facteurs qui ont été mis en avant par les partisans de cette théorie. Et, en appelant l'attention sur le mécanisme par lequel les glandes salivaires servent d'indicateur du besoin général d'eau du corps, elle offre une explication raisonnable de la manière dont un état étendu de l'organisme peut se manifester localement.

Les expériences qui ont longtemps constitué le principal appui de la théorie adverse de la soif « sensation générale » peuvent également s'expliquer à la lumière de ce qui précède. L'abolition de la soif par l'injection d'un liquide dans les veines des animaux altérés doit être prévue, car, comme le montre l'expérience de la figure 1, en fournissant un apport d'eau convenable, le flux de salive se rétablit promptement, et la bouche et le gosier desséchés sont humectés de nouveau d'une façon continue. Dans l'expérience classique de Claude Bernard, l'animal porteur d'une fistule gastrique ouverte continue à boire jusqu'à ce que la fistule soit fermée. Ce n'est pas parce qu'il y a une demande générale d'eau du corps tant que la fistule reste ouverte, mais parce que c'est seulement quand l'écoulement de l'eau par la fistule est arrêté que le corps reçoit la quantité d'eau nécessaire à la sécrétion de salive suffisante pour empêcher la dessiccation locale. Et les chiens à glandes salivaires liées, dans l'expérience de Bidder et Schmidt, sont toujours disposés à boire, exactement comme les personnes effrayées ou ayant reçu de l'atropine : à cause du desséchement local de la bouche, par défaut de salive, quoique le corps dans son ensemble puisse n'avoir pas besoin d'eau. L'application de cocaïne aux surfaces muqueuses de la bouche abolit le tourment de la soif, non par un effet central, et évidemment pas en satisfaisant un besoin général d'eau du corps, mais en anesthésiant ces surfaces. La vertu miraculeuse des feuilles de coca, comme baume pour la détresse de la soif, s'explique de la même façon. La soif de ceux qui souffrent d'une diminution des fluides du corps — diabétiques, cholériques, personnes sujettes aux hémorragies, travailleurs exposés à la transpiration, mères nourrices — peut s'expliquer par la réduction du flux salivaire suivant l'abaissement de la teneur en eau de l'organisme et le malaise résultant d'une muqueuse buccale pâteuse.

Je ne me dissimule pas que d'autres questions soulevées par les vues que je viens de développer restent à résoudre : effets que d'autres activités glandulaires, soustrayant des liquides au corps, peuvent exercer sur les fonctions des glandes salivaires; effets sur la sécrétion de l'altération des propriétés du sang et de la lymphe autres que la pression osmotique; relations entre ce qu'on appelle l' « eau libre » des fluides de l'organisme et la sécrétion salivaire quand on empêche l'absorption d'eau; influence des boissons alcooliques fortes sur la production de la soif; nature des états pathologiques dans lesquels la soif semble disparaître. Mais il faut attendre des temps moins troublés pour répondre à ces questions.

Toutefois, d'après les arguments présentés, il me semble que nous sommes maintenant en état de comprendre les mécanismes par lesquels trois des apports essentiels du monde extérieur sont fournis à l'économie de l'organisme. L'apport d'oxygène est sous la dépendance du contrôle que les variations du sang — provoquées surtout par les modifications de la teneur en CO^2 — exercent sur le centre de la respiration. L'apport convenable de nourriture est assuré par la préoccupation d'éviter, ou d'arrêter, en mangeant, les

1. On a indiqué que, quand la quantité de salive diminue, sa teneur en eau est moindre, c'est-à-dire qu'elle est plus visqueuse (voir Tezner : *Arch. internat. de Physiol.*, t. II, p. 153).

affres de la faim provoquées par les contractions puissantes de l'estomac vide. Et l'apport d'eau est maintenu par le soin d'éviter, ou d'abolir, en s'abreuvant, les sensations désagréables qui nous infligent un malaise croissant lorsque les glandes salivaires, par suite d'un abaissement de la teneur en eau du corps, manquent de l'eau dont elles ont besoin pour fonctionner et ne peuvent plus déverser leur sécrétion aqueuse en quantité et en qualité suffisantes pour maintenir humides la bouche et le pharynx[1].

Major W. B. Cannon,
de l'Armée américaine, Professeur de Physiologie
à l'Université de Harvard.

1. *Croonian Lecture*, faite devant la Société Royale de Londres en 1918.

LES MÉTHODES DE SÉLECTION APPLIQUÉES AUX CÉRÉALES DE SEMENCES

ETAT ACTUEL DE LA QUESTION

PREMIÈRE PARTIE

I. — Les deux méthodes de sélection

Deux méthodes sont actuellement appliquées pour le choix des céréales de semences : l'une, pratiquée depuis un temps indéfini, est celle de la sélection des porte-graines ou des *mélanges de semences*; l'autre, usitée seulement depuis une époque récente, du moins d'une façon systématique et extensive, est celle des *lignées pures* ou « sortes pedigree[1] », qui ne comporte pas de sélection à proprement parler, sinon tout au début dans le choix des individus qui serviront de souches aux « lignées pures » ou « pédigrées ».

Voyons en quoi consistent ces deux méthodes :

§ 1. — La méthode de sélection des porte-graines ou des mélanges

1. *Principe.* — Les semences sont choisies sur les individus ou les épis qui donnent les meilleures promesses. Cette élite est ensemencée et, dans la récolte obtenue, on triera dans les mêmes conditions les semences pour l'année suivante et ainsi de suite. Ce triage, cette sélection, doit être effectué chaque année, sans défaillance. On assure ainsi une *prédominance* des qualités choisies, mais une prédominance seulement ; le produit reste hétérogène : à côté du type choisi, il en est constamment de différents. Si la sélection est négligée une ou plusieurs années, les types différents peuvent devenir prédominants et le type choisi disparaître.

2. *Défauts de la méthode des mélanges.* — Nous venons de signaler une grave imperfection de la méthode : elle réclame une sélection répétée chaque année, sous peine de voir dégénérer la culture. Nous expliquerons plus loin la raison de cette faculté de dégénérescence.

Une autre difficulté réside dans l'imperfection de nos connaissances relatives aux *meilleurs* caractères que l'on devra choisir pour assurer le plus grand rendement. Voici, par exemple, ce que l'on fait dans la pratique : On trie dans le champ les épis les plus longs, on en élimine les deux extrémités, on choisit les grains les plus gros. Au moyen des quelques litres ainsi obtenus, on ensemencera une parcelle de terrain qui fournira une quantité notable de semences.

Grâce à ce choix, on fait prédominer dans la culture les longs épis et les gros grains, mais c'est en vertu d'une supposition toute gratuite que l'on attribue à ces caractères une valeur au point de vue du rendement. En effet : un épi long a ses grains plus écartés, ceux-ci peuvent n'y être pas plus nombreux que dans un épi compact et court. La suppression des deux extrémités de l'épi est une pratique que ne justifient pas les résultats de l'expérimentation : cette suppression est sans effet.

En ce qui concerne les gros grains, si l'aspect est plus flatteur, ils ne correspondent pas forcément à un rendement plus élevé. C'est cependant chez nos cultivateurs une croyance enracinée que ces gros grains sont préférables, mais M. Bœuf, inspecteur de l'Agriculture à Tunis, fait remarquer, fort à propos, qu'on peut opposer à cette pratique l'habitude tout aussi séculaire de nombreux fellahs arabes qui donnent la préférence, pour les semailles, aux grains de petit volume et consentent même à les payer plus cher !

M. Bœuf conclut de ses expériences que le

1. *Pedigree*, mot anglais qui signifie « arbre généalogique » et fut primitivement employé pour l'étude des races d'animaux.

poids des semences n'a aucune influence sur le poids individuel des grains récoltés, il ne se transmet pas héréditairement. Les gros grains donnent, il est vrai, des pieds qui tallent plus, mais, pour deux surfaces égales ensemencées, un poids donné de petits grains donne plus de tiges qu'un même poids de gros grains et la supériorité de tallage des pieds issus de ces derniers est plus que compensée par le grand nombre des premiers.

L'effet de la grosseur des grains sur le tallage s'explique par ce fait que la plantule, ayant plus de réserves à sa disposition que celle issue de petits grains, peut donner de bonne heure un plus grand nombre de tiges. Enfin, le tallage peut devenir un inconvénient, surtout dans les pays à régime de pluies déficientes, pour peu que l'année soit légèrement plus sèche que la normale.

En somme, les caractères : grosseur des grains, faculté de tallage, longueur des épis, proportion des grains dans la récolte totale, qui sont autant de facteurs de rendement, ne sont pas des caractères purement et simplement héréditaires ; ils sont fluctuants dans les générations successives et les fluctuations sont liées à la culture. Nous pouvons donc les améliorer, mais l'effet de la sélection sur eux est loin d'être prouvé. La culture améliore ces qualités, mais la sélection ne les maintiendrait pas sans la culture.

Et cependant la vieille méthode de sélection a fait ses preuves ; c'est à elle que nous devons la plupart des meilleures variétés que l'on cultivait en Europe il y a quelques années et dont on se sert encore presque exclusivement en France.

Il y a donc dans le principe de la méthode des mélanges une part de vérité, d'où résulte son efficacité partielle. Mais l'efficacité de la méthode en question paraît devoir s'expliquer par ce qui fait la supériorité de la méthode *pédigrée*. C'est ce que nous exposerons plus utilement après avoir traité de la méthode pédigrée elle-même.

Cette sélection méthodique à partir d'un mélange de semences, malgré tout ce qu'elle a d'ardu et de décevant, a bénéficié de la vogue de la théorie de la sélection de Darwin, considérée comme capable de résoudre le problème de la formation d'espèces dans la Nature, théorie avec laquelle elle se trouve en concordance. On croyait qu'une sélection méthodique et continue des plantes présentant une certaine qualité ou disposition commune devait conduire à la création d'une sorte nouvelle et constante avec justement cette qualité désirée comme caractère distinctif héréditaire. Malheureusement, si, à force d'assiduité, on arrivait à obtenir la prédominance du caractère voulu, sa constance héréditaire demeurait fugace et se dérobait dès que les soins du sélectionneur se relâchaient.

§ 2. — La méthode *pedigree* ou par *semences, lignées* ou *sortes pures*

1. *Exposé et principe.* — On fait partir la culture d'un seul individu, d'une seule graine ou d'un seul épi et on n'utilise jamais, dans la suite des années, que les semences issues de cet individu unique. C'est toute la descendance de cet individu qui constitue la lignée pure, son ascendance aussi, mais elle nous est inconnue puisque nous ne l'avons pas suivie. Ces semences ne seront donc pas un mélange provenant d'invidualités différentes, mais bien la continuation, la « lignée », capable, théoriquement, de s'étendre indéfiniment dans l'espace et le temps, d'une seule et même individualité.

En résumé, la lignée pure ou *pedigree* est l'ensemble des individus qui descendent d'un seul et même ancêtre.

2. *Fixité de la « lignée ».* — On conçoit que dans la lignée un caractère constaté dès la première génération doive se retrouver indéfiniment, pourvu qu'il soit de l'ordre des caractères *héréditaires*. Un des premiers attributs de la lignée est donc la constance des caractères (héréditaires) une fois reconnus. Si donc, dans les individus qui constituent un champ, on observe un caractère heureux, on pourra le conserver indéfiniment par pedigree. Les sortes sont prêtes et fixes dès la première phase du travail ; « ce qu'il reste de difficile, dit Nilsson-Ehle, c'est d'apprendre à les connaître et à les apprécier justement. Ici le travail principal et décisif ne vient donc qu'après la fixation et après qu'on possède déjà la sorte ».

3. *Le principe de corrélation.* — Pour apprécier la valeur des « sortes », il ne faut pas perdre de vue le principe de la « corrélation », que Nilsson a mis en évidence. Il a constaté, en effet, qu'il peut exister une relation entre des caractères morphologiques sans intérêt par eux-mêmes et des propriétés physiologiques très importantes pour la culture, mais que l'observation d'un grain, ou même d'une plante entière, ne permet pas de reconnaître. Ainsi, dans l'Orge à deux rangs, le redressement de l'épi indique la résistance à la verse.

Les caractères morphologiques sont eux-mêmes reliés entre eux : dans l'Avoine, le nombre des graines d'un même épillet augmente en même temps que le poids moyen de chaque grain. Dans le Blé, la longueur des tiges entraîne une augmentation du nombre des épillets et du

nombre de grains, en même temps que la diminution de la densité des épis.

Nous verrons plus loin combien peut être utile dans la pratique, pour l'appréciation de la valeur des sortes au point de vue industriel, la corrélation de caractères morphologiques, facilement reconnaissables, avec des caractères de constitution chimique interne que rien, en dehors de l'analyse chimique, ne permettrait de déceler. On conçoit qu'elle peut être l'importance de ces caractères en boulangerie, par exemple, pour la panification.

§3. — Comment l'efficacité relative de la sélection des mélanges s'explique par ce qui fait la supériorité de la méthode des pédigrées

Par la sélection des mélanges, le caractère choisi peut se maintenir dominant grâce à une sélection constamment répétée, mais on constate qu'il est bientôt noyé, pour ainsi dire, dans la culture, si les soins du sélectionneur viennent à cesser ou à se relâcher. S'il en est ainsi, c'est sans doute que *la sélection a assuré la prédominance de la lignée qui*, dans le mélange, *présente le caractère requis*. Nous avons donc maintenant l'explication de la valeur relative de la méthode de sélection éclairée par le principe de la méthode des pédigrées.

II. — Les lignées pures au point de vue de la Systématique

§1. — Caractères absolus, moyens et fluctuants

Au point de vue de la Systématique, les lignées pures constituent une multitude d'unités. Elles se confondent avec les « petites espèces » ou « espèces élémentaires » en quoi on a reconnu que devait très souvent se démembrer l'espèce linnéenne. L'ensemble des individus de toutes les lignées semblables constitue l'espèce élémentaire. L'expression « lignée pure » est due au professeur danois Johannsen; on lui préfère, à Svalöff, pour des raisons d'ordre pratique, le terme de *pedigree*.

Les petites espèces ne diffèrent généralement entre elles que par des caractères très ténus, mais qui présentent la fixité héréditaire.

Les petites espèces peuvent se différencier par des *caractères absolus* qui se maintiennent tels quels par hérédité; tels sont la présence ou l'absence de certains éléments : arêtes, poils, etc., a forme des glumes ou des grains, l'existence de telle ou telle coloration. Les différences entre individus de diverses espèces élémentaires sont généralement peu visibles en pleins champs où il y a mélange; elles deviennent, au contraire, très apparentes lorsque des centaines de plantes de chaque espèce élémentaire sont cultivées sur des parcelles distinctes, mais assez voisines pour être facilement comparées. Rappelons enfin qu'en vertu de la « corrélation » dont nous avons parlé des caractères morphologiques d'apparence infime peuvent acquérir une grande importance du fait qu'ils sont liés à des caractères physiologiques ou internes d'intérêt pratique, tels que la précocité, la composition chimique, la résistance aux rouilles, à la « verse » et diverses maladies cryptogamiques, au froid, etc., qui sont également des caractères absolus.

Les espèces élémentaires ne diffèrent pas seulement entre elles par des caractères absolus, mais encore par des *caractères moyens* : ce sont des caractères susceptibles de mesure qui montrent toujours dans une même lignée des degrés définissant les *variations individuelles*. La densité des épis, la hauteur des tiges, le poids des graines sont généralement des caractères moyens, qui ne sont pas chez tous les descendants identiques à ce qu'ils étaient chez la plante-mère. On peut représenter ces caractères par une courbe[1] et, si l'on compare de telles courbes obtenues avec des groupes d'individus assez nombreux, on remarque qu'elles sont constantes, c'est-à-dire présentent une même forme caractéristique. Cette forme sert de diagnose à la variété.

Un caractère moyen ne peut être clairement distingué et défini que par un grand nombre de mesures.

Si l'on opère sur des races pures, en culture pédigrée, on constate que les caractères moyens sont héréditaires et peuvent définir des « sortes » représentant des subdivisions de l'espèce élémentaire.

C'est ainsi qu'au Laboratoire de Svalöf, l'*Hordeum distichum nutans* a pu être divisé en quatre espèces élémentaires d'après des caractères absolus (relatifs aux épines : présence ou absence, et aux poils : simples ou ramifiés). De ces quatre espèces : α, β, λ, δ, on a pu isoler des *sortes* définies par des caractères moyens. Par exemple, l'*Hordeum distichum nutans* α permet de distinguer les sortes *Haunchen* et *Bohemia*, dont la compacité de l'épi est représentée par une courbe qui a pour sommet la fréquence 32 pour *Haunchen* et la fréquence 35 pour *Bohemia*. Ce caractère se maintient par la culture.

Lorsqu'un caractère moyen se traduit par une courbe à un seul sommet, c'est que l'on a affaire

1. D'une façon plus précise, le *caractère moyen vrai* de la lignée est défini par l'abscisse du maximum de la courbe représentative de la fréquence de ce caractère.

à une sorte unique; si, au contraire, il se représente par une courbe à 2 *n* sommets, c'est que l'on se trouve vis-à-vis d'un mélange de sortes, dont on pourra faire la séparation à la génération suivante en cultivant uniquement des individus dont la densité de l'épi, par exemple, correspondra aux deux sommets de la courbe.

En somme, on voit que les espèces élémentaires, distinguées par des caractères absolus, peuvent elles-mêmes être subdivisées en sous-groupes définis par le degré de fréquence de caractères moyens. « On pourra appliquer à ces sous-groupes le mot de *sorte* » (N. Bernard).

Ajoutons qu'il règne une assez grande confusion dans l'emploi des termes : sorte, variété, race, etc.; aussi importe-t-il bien plus d'avoir une idée nette des entités distinctes que représentent les groupements en question que d'attacher trop d'importance aux mots eux-mêmes dont l'emploi est variable.

Les caractères absolus sont héréditaires et indépendants du milieu ; les caractères moyens ne sont que partiellement héréditaires, en ce qu'ils subissent l'influence du milieu; ils sont dits encore *fluctuants*. La courbe représentative d'un caractère moyen n'est constante dans son amplitude que pour un milieu déterminé; en modifiant le milieu, on peut modifier l'amplitude de la courbe (expérience de Klebs), mais cette modification restera constante pour une même action du milieu. Ces caractères pourront donc être influencés par la culture et ils le seront toujours de la même façon pour une action culturale semblable. On peut citer comme exemples de ces caractères fluctuants : le poids des grains, le nombre des épillets d'un épi, la faculté de tallage, etc. Sur eux, la culture a une action directe : ils ne se maintiendront à un écart déterminé de la normale qu'autant que la culture continuera à exercer son influence dans les mêmes conditions; sinon la fluctuation reprend l'amplitude ordinaire représentée par la courbe caractéristique.

En somme, le développement de la lignée est sous la dépendance : 1° de facteurs héréditaires, 2° de facteurs résultant de l'action du milieu. Les premiers maintiennent sa constance, les seconds (nourriture, température, lumière, etc.) produisent des variations ou fluctuations, mais ils n'affectent que les *individus* et non la descendance.

§ 2. — Action de la sélection artificielle sur les caractères fluctuants

Le sélectionneur a intérêt à choisir les porte-graines qui présentent le caractère fluctuant au degré le plus favorable; tel est le cas suivant : dans une race de Maïs, étudiée par Fritz Müller, le nombre des rangées de graines dans l'épi était représenté par une courbe de fréquence ayant 8 et 20 comme extrêmes et 12 comme maximum de fréquence. Comme il y a intérêt à augmenter le nombre moyen des rangées, il choisit comme porte-graine un individu à nombre de rangées se rapprochant de l'extrême, soit 17. Les expériences faites ont montré que la descendance de ce porte-graines produisait des épis ayant une moyenne de 14 rangées. Il y a donc progression de deux rangées par rapport à la moyenne de la race et régression de 3 par rapport au porte-graines. Par conséquent, la sélection peut amener un développement des caractères fluctuants, une modification de leur courbe caractéristique, mais il faut, pour cela, une sélection continue qui laisse se développer parmi toutes les plantes possibles seulement des plantes exceptionnelles : les caractères de l'élite ainsi *choisie* ne sont pas héréditaires, il y a retour à la valeur moyenne des caractères fluctuants dès que la sélection cesse.

§ 3. — Origine des lignées dans la nature : mutation et croisement

Les lignées existent dans la nature en quantité innombrable, vivant côte à côte dans les champs. Ceux-ci sont constitués par un inextricable mélange de lignées. Elles sont en dehors de l'action de l'homme, qui ne sait que les isoler pour les cultiver ensuite à l'état de pureté lorsqu'il fait de la sélection pédigrée.

Quelle est donc l'origine de ces lignées dans la Nature?

Bien que les circonstances qui ont entraîné l'origine de la plupart des lignées soient demeurées obscures, on peut admettre que le point de départ de chacune a été un *sport*, c'est-à-dire l'apparition brusque d'un nouveau caractère sur un individu, fait que l'on désigne encore par le mot de *mutation*. On a constaté, en effet, que certaines espèces, particulièrement « sportives », présentent parfois des individus offrant quelque caractère absolument nouveau et capable de se transmettre héréditairement. C'est ainsi que peut apparaître une lignée nouvelle.

Il y a un autre mode d'origine de lignée, c'est le croisement ou hybridation spontanée entre lignées préexistantes. Ce croisement spontané, rare chez les plantes autogames, est au contraire assez fréquent chez les plantes à fécondation croisée ou staurogame.

III. — L'emploi des pédigrées ne donne pas de plantes a caractères nouveaux. Comment on peut se les procurer en utilisant la mutation et le croisement

Nous ne pouvons rien sur les caractères légués par l'ascendance, ils échappent à notre action; quant aux caractères variables, nous avons le pouvoir de les modifier par la culture : sol, engrais, humidité, etc. Ces améliorations ne se transmettent pas héréditairement.

La lignée pure est donc un type naturel qui n'est pas plus susceptible d'amélioration que de dégénérescence et que nous sommes impuissants à modifier par action directe. Autrement dit, une lignée pure n'est pas susceptible de sélection, ainsi que l'a énoncé d'abord Johannsen et que l'ont confirmé divers auteurs, notamment Fruwirth (1917), par leurs recherches expérimentales. L'homme intervient seulement en choisissant, parmi les lignées que lui offre la Nature, celles qui lui sont favorables.

Est-ce à dire qu'il faille renoncer à voir jamais la lignée se modifier, même dans le temps limité où s'exerce notre observation humaine?

Non, car la lignée peut se modifier: 1° par mutation; 2° par hybridation, ainsi que nous l'avons indiqué dans le paragraphe précédent.

§ 1. — La mutation

La *mutation*, qui est l'apparition brusque d'un caractère nouveau, d'emblée héréditaire, a fait beaucoup parler d'elle à la suite des travaux retentissants de de Vries (1901) et de ses disciples. On a pensé avoir par elle le moyen d'expliquer l'apparition d'espèces nouvelles et l'on a opposé le *mutationisme*, ou apparition brusque d'espèces nouvelles, au *darwinisme*, qui explique leur production par le jeu extrêmement lent de facteurs divers, tels que la sélection naturelle, la survivance du plus apte, etc., et au *lamarckisme*, qui attribue un rôle prépondérant à l'adaptation au milieu avec transmission des caractères acquis.

N. H. Nilsson revendique l'honneur d'avoir utilisé le premier, à l'Institut de Svalöf, les faits de mutation pour l'amélioration des semences des Céréales plusieurs années avant les travaux de de Vries. Au fond, cela importe peu ; chacun de ces savants s'étant placé à des points de vue très différents conserve le mérite spécial de ses recherches.

Nilsson a remarqué que les pieds des céréales qui présentent quelques particularités remarquables, telles que la vigueur des tiges, la largeur des feuilles, ont plus de chances que les autres de produire des *sports* donnant lieu à des variétés nouvelles. Les pieds les plus remarquables sont donc isolés, leur descendance est étudiée et montre quelquefois des variations dont quelques-unes peuvent être le point de départ des variétés nouvelles.

La mutation est, en fait, assez rare. Elle semble bien avoir procuré déjà quelques types nouveaux à l'agriculture et à l'horticulture, mais on n'est pas toujours certain que ces variations fortuites ne soient point issues d'une hybridation naturelle.

§ 2. — L'hybridation

L'hybridation est encore un moyen de modifier les lignées pures : elle permet d'obtenir aux dépens de lignées préexistantes des lignées présentant des *combinaisons nouvelles* de leurs caractères (mais non des caractères nouveaux à proprement parler). Des différents produits obtenus, se séparant conformément aux « lois de Mendel[1] », on pourra isoler des lignées pures favorables.

L'hybridation, fait remarquer Nilsson, doit être considérée comme un complément de la vieille méthode des pédigrées, mais non comme un substitut. Tout travail de croisement demande absolument comme point de départ un matériel pur et constant avec des qualités bien connues, qu'il faut, par conséquent, obtenir d'avance. D'ailleurs la méthode pédigrée intervient ensuite pour le choix et l'isolement des produits de l'hybridation. Les deux méthodes sont donc liées l'une à l'autre et c'est par leur collaboration intime que l'on procède actuellement à la Station de Svalöf. L'emploi de l'hybridation exige, en général, des essais très nombreux et des champs d'expérience très étendus; nous indiquerons, dans la partie historique de ce travail, combien la Station de Svalöf possède pour cela une organisation favorable. Dans un domaine de plantes différentes de celles dont on s'occupe dans cette station modèle, citons le cas des Framboisiers de Luther Burbank: sur 40.000 hybrides obtenus par ce sélectionneur célèbre, un seul réunissait la combinaison de caractères cherchés et tous les autres ont dû être rejetés.

L'hybridation naturelle chez les Céréales est très rare[2], mais on peut la produire artificielle-

1. Un des plus notables spécialistes de l'étude de l'hybridation, Tschermak, formule la conclusion suivante :

« Les hybrides de céréales, de variétés, d'espèces ou de genres différents, suivent la loi mendélienne de la ségrégation des caractères ; l'opinion contraire est inexacte. »

2. Il faut distinguer : 1° les plantes chez lesquelles la fécondation se fait à huis clos dans la même fleur entre l'ovaire et le pollen de la dite fleur; ce sont les plantes *autogames* :

ment. Tandis que les modifications dues à la mutation constituent des faveurs du hasard sur lesquelles il ne faut pas trop compter, l'hybridation donne forcément des produits nouveaux (c'est-à-dire présentant une *combinaison nouvelle* des caractères des deux parents).

Nous signalerons particulièrement le parti que l'on peut tirer de l'hybridation dans la recherche des lignées résistantes aux rouilles. Biffen, professeur anglais, auteur d'expériences aujourd'hui fameuses sur l'hybridation des céréales, et Nilsson ont montré que l'immunité et la susceptibilité aux rouilles peuvent être combinées, à l'aide de croisements, avec n'importe quel groupe de caractères morphologiques ; elles sont héréditaires et propres à certaines espèces et à leurs variétés : ce sont des caractères mendéliens.

L'emploi de l'hybridation pourra se faire dans les conditions suivantes :

Un des parents présente certains caractères voulus : par exemple résistance au froid ou fort rendement, mais d'autres lui font défaut, soit : la résistance aux rouilles ; l'autre parent peut ne pas posséder la résistance au froid ou le rendement élevé, mais il est résistant aux rouilles. On effectue la fécondation croisée.

A la deuxième génération de la descendance se produit la disjonction des types suivant des proportions définies, conformément aux lois de Mendel.

Dès la troisième génération, on cherche à reconnaître les individus de race pure, compris dans la deuxième génération, c'est-à-dire d'hérédité stable qui présentent associés à la fois la résistance aux rouilles d'un des parents et la résistance au froid et la productivité de l'autre parent.

On réalise des lignées avec les individus de race pure choisis.

Pour cela, on met en œuvre la méthode des cultures *pedigree* : on sème à part chacune des graines de la seconde génération. Toutes celles qui ne donnent que des produits semblables à la plante-mère sont de pure race ; on peut être assuré que les générations successives qui en seront issues ne varieront point.

Comme on le voit, c'est à la seconde génération qu'on reconnaît les hybrides nouveaux et à la troisième que l'on constate ceux qui sont fixés. Il suffit donc de trois années pour obtenir et isoler des variétés stables.

IV. — Pratique de la méthode pédigrée

Tout d'abord on choisit la ou les variétés qui doivent faire l'objet d'une séparation par lignées et qui appartiennent généralement à une de ces « races de pays » qui englobent plusieurs types individuels divers.

A l'époque de la récolte, on choisit donc dans les champs ou dans les lots comportant des variétés diverses que l'on veut étudier, des pieds se différenciant par un caractère saillant : compacité des épis, résistance aux rouilles, etc. On laisse naturellement de côté les types qui ne seraient représentés que par des pieds mal venus, donnant à penser que le milieu ne leur convient pas. Soit 30 le nombre des pieds choisis ; chacun de ces pieds sera égrené *isolément* à la main et les graines de chacun seront placées dans un sachet et conservées jusqu'aux semailles.

A ce moment, on choisira un terrain n'ayant pas porté de céréales l'année précédente, afin d'éviter les repousses. Les grains de chaque sachet y seront semés à la main dans des rais ou des trous sur une même ligne. Par conséquent, à chaque sachet correspondra une ligne. Ces lignes seront espacées d'au moins 30 cm., afin d'éviter la concurrence vitale entre plantes semblables. On a préconisé aussi de faire alterner des lignes d'espèces différentes dans le but de diminuer les possibilités de croisement.

Le voisinage des lignes est une cause d'erreurs d'évaluation dans les travaux de sélection des céréales, par le fait de la concurrence vitale qui entre en jeu. Hayes et Harny (1917) ont fait une série de recherches dans le but d'atténuer cette difficulté.

On sèmera à la main et un peu clair. On binera soigneusement, le terrain devant rester propre. On ne fumera pas la première année, si l'on veut mieux se rendre compte des caractères particuliers à la sorte dans le milieu donné, abstraction faite des modifications qu'introduit la culture.

Bientôt le sélectionneur se rend compte de faits intéressants : dans chaque ligne, l'aspect des plantes est uniforme et des différences se manifestent de l'une à l'autre, portant, par exemple, sur la couleur et l'abondance du feuillage, la hauteur des tiges, le tallage, le port (érigé, couché, diffus), la précocité, la résistance à la verse ou à la rouille, à la carie, au charbon ; à l'échaudage, etc. Ces différences, qui, le plus

---

Blé, Orge, Avoine, Pois, Vesce, etc. ; 2° les plantes chez lesquelles la fécondation est au contraire croisée, ou plantes *stauro-games* : Seigle, Trèfle, Graminées fourragères, Betteraves, etc.

Dans le cas de la fécondation autogame du Blé, par exemple, lorsque les étamines et les stigmates apparaissent en dehors des glumes, on dit à tort que ces céréales *fleurissent*. En réalité, la fécondation s'est déjà effectuée et les étamines devenues inutiles sont simplement rejetées au dehors.

souvent, eussent passé inaperçues dans le mélange d'un champ, deviennent frappantes sur les lignées bien séparées et pures.

Comme on le voit, dès la première année de culture pédigrée, on peut obtenir des résultats ou tout au moins choisir parmi les lignées obtenues celles qui paraissent le plus favorables et dont on poursuivra la culture comparative à l'exclusion des autres, l'année suivante. Mais c'est cette appréciation, ce choix des lignées qui est généralement l'opération la plus délicate et difficile; lorsqu'on veut choisir la lignée présentant l'ensemble maximum de qualités, il y a lieu de tenir compte d'un si grand nombre de caractères qu'il faut au sélectionneur une très grande habitude de l'espèce soumise à l'étude, une véritable spécialisation.

Il ne serait pas suffisant de baser son jugement de la productivité d'une sorte sur les données d'une seule année qui pourrait être ou trop favorable ou trop défavorable, ce qui entraînerait des conclusions inexactes.

Dans le cas où l'opération est conduite au-delà de la 2e année, comme nous venons de l'indiquer, voici comment on opère, au Danemark, par exemple, d'après Vestergraad (1914) :

1re année. — 100 pieds, par exemple, ont été choisis et 50 graines de chacun ont été semées en lignes. On examine les plantes en croissance et l'on décrit exactement toutes les propriétés qui peuvent avoir une importance pratique.

Chaque lignée est récoltée à part. On détermine le rendement en grain et en paille.

2e année. — On affecte à de nouveaux essais les 30 lignées qui promettent le plus, chacune sur deux parcelles de 3 à 4 m²; on observe attentivement les plantes à chaume faible et celles sujettes à des maladies pour les éliminer; finalement, l'on ne garde pour les essais ultérieurs que les 8 à 10 plantes donnant le meilleur rendement.

3e année. — On entreprend les essais plus en grand et avec plus de sûreté pour les résultats en affectant à chaque lignée 3 à 4 parcelles de 10 à 20 m². Si toutes les conditions ont été favorables, les résultats de cette série d'essais peuvent servir à éliminer les nouveautés de moindre valeur, pour ne conserver que 2 ou 3 sortes.

4e année. — On pratique l'essai comme la 3e et, si aucun accident ne survient, suivant le résultat obtenu, on peut songer à commencer, la *5e année*, la multiplication en plein champ de la sorte la plus productive. Toutefois, il est rare qu'on puisse prévoir assez sûrement si cette sorte surpasse vraiment de beaucoup les meilleures connues jusque-là et il en résulte qu'il faut faire des essais pendant quelques années pour s'en assurer. Pour ces essais, on peut profiter des deux années généralement nécessaires pour élever à la quantité requise pour la vente le petit stock du champ de multiplication.

Cet exemple, que nous empruntons à ce qui se fait dans les Stations officielles du Danemark, mais que nous aurions pu aussi bien tirer de la pratique des stations de Suède, des Etats-Unis, etc., montre combien il faut de prudence et de temps pour arriver à lancer dans le grand commerce une variété nouvelle, d'une supériorité bien démontrée par rapport à ce qui existe déjà. Mais il faut ajouter, pour ne point décourager le sélectionneur, que l'on peut déjà après une année seulement obtenir de très intéressants résultats, immédiatement utilisables, surtout si l'on n'envisage la plante qu'à un point de vue spécial, concernant un caractère particulier que l'on veut obtenir, améliorer ou supprimer. L'expérimentateur scientifique peut également arriver en une année ou deux à des résultats qui lui soient suffisants ou utiles.

V. — La sélection au point de vue de la lutte contre les rouilles

Un des aspects les plus intéressants de la question de la sélection est celui de la lutte contre les rouilles et autres maladies cryptogamiques. Les rouilles constituent un fléau permanent et constant des Céréales dans toutes les régions du globe où on les cultive ; leur action sur l'hôte en abaisse le rendement dans des proportions considérables; enfin, nous n'avons aucun moyen pratique d'atteindre et de détruire le parasite. Or, il a été établi que l'immunité ou la sensibilité des Graminées aux rouilles sont des caractères héréditaires ; on conçoit donc que les méthodes des pédigrées puissent permettre d'isoler des lignées résistantes. De plus, ce sont des caractères mendéliens ; par conséquent, une lignée reconnue résistante, mais manquant de certains autres caractères utiles, pourra être *croisée* avec telle autre, non nécessairement résistante aux rouilles, mais présentant lesdits caractères ; on pourra, par la suite, isoler, dans la descendance du produit de cette hybridation, les lignées de race pure présentant la combinaison de caractères cherchée.

C'est là la seule méthode de lutte contre les rouilles que nous puissions actuellement concevoir; c'est la méthode d'avenir, qui a d'ailleurs fait déjà l'objet de recherches importantes, mais qu'il y a lieu d'étendre beaucoup encore.

Il faudra tenir compte dans l'expérimentation qu'il y a au moins trois espèces de rouilles

présentant une importance pratique : *Puccinia graminis*, rouille noire, rouille commune, rouille linéaire ou rouille de la tige; P. *triticina* ou rouille brune du blé; P. *glumarum* ou rouille jaune. Il peut être bon aussi, dans l'étude de ces faits, de se rappeler une des explications les plus admissibles données du mécanisme de la résistance aux rouilles. Lorsque le mycélium pénètre dans les tissus d'un blé dit « résistant à la rouille », ces tissus sont immédiatement tués; le champignon, étant parasite obligé, ne peut continuer à croître dans les tissus morts et il succombe « affamé », dit Marshall Ward. Les blés dits « résistants » sont donc, en réalité, les plus sensibles à la rouille. Le mot « résistant » ne traduit qu'une des phases du phénomène, mais c'est la phase finale, celle aussi qui produit le résultat qui nous importe au point de vue pratique.

Pour apprécier la valeur des lignées mises en observation, au point de vue de la résistance aux rouilles, nous estimons qu'il serait tout à fait insuffisant d'attendre leur contamination des germes que l'air peut transporter et de déduire leur résistance de ce qu'elles ont été contaminées et malades ou non au cours de la saison. En effet, pour des raisons diverses, les taches de rouille ont pu ne pas se manifester, soit que les spores aient fait défaut dans la région pendant cette année, soit que quelque obstacle mécanique ou la disposition des lieux n'aient pas permis leur arrivée jusqu'aux plantes; l'absence de rouille ne prouvera pas alors que la plante possède une immunité particulière. On devra donc contaminer artificiellement toutes les plantes mises en expérience, et avec les spores de chacune des espèces de rouilles vis-à-vis desquelles on veut conclure. Cela représente naturellement un travail long et minutieux. Nous préconisons d'y procéder de la façon suivante : Il y a lieu de tenir compte : 1° de la recherche et de l'obtention du matériel contaminant, 2° de l'inoculation elle-même.

Le matériel contaminant — dans l'espèce, les urédospores — devra être abondant; on peut le recueillir dans la nature, en pleins champs, sur les plantes déjà atteintes, mais on risque d'en manquer et l'on n'aura pas toujours le matériel sous la main. Mieux vaudra se procurer artificiellement ce matériel; pour cela, on pourra inoculer le champignon à des plantules de blé, par exemple, cultivées en milieu artificiel, dans des boîtes de verre, à l'étuve, suivant les méthodes de la technique mycologique.

La contamination elle-même se fera naturellement en déposant sur les feuilles des spores émulsionnées dans l'eau. Une difficulté de l'opération réside dans le manque d'adhérence de l'eau pour la surface des feuilles. Un bon moyen d'atténuer ce défaut sera de faire glisser, entre les doigts mouillés par l'émulsion des spores, les feuilles dans toute la longueur. On répartira ainsi d'une façon très suffisante des spores sur les deux faces de cet organe.

Au moment de la récolte, on choisit les pieds non ou peu rouillés, on en retient un très petit nombre : 5 à 10 par exemple; on récolte et on bat séparément chacun des pieds et chaque récolte est conservée dans un sachet particulier. On sacrifie résolument les autres pieds.

Ces cinq lignées sont semées l'année suivante, chacune sur une parcelle différente; on compare les produits et l'on peut faire un nouveau choix.

Se basant sur le fait que le *Puccinia graminis*, rouille commune ou rouille de la tige, n'attaque pas les parties de la tige protégées par les feuilles, on peut choisir les plantes à entre-nœud court (il s'agit du dernier entre-nœud précédant immédiatement l'épi) pour en faire les points de départ de lignées; entre les lignées obtenues, on choisira encore celles présentant au plus haut degré le caractère requis.

Par les croisements, on peut encore améliorer dans une très large mesure les résultats des pédigrées. Les travaux de Biffen et ceux de Nilsson-Ehle ont démontré que l'immunité et la susceptibilité peuvent être combinées, à l'aide de croisements, avec n'importe quel groupe de caractères morphologiques.

La sensibilité aux rouilles n'est pas accidentelle ou indépendante d'une loi définie. C'est ainsi qu'il ressort des recherches de Vavilo (1915) les faits suivants :

L'étude de 800 races de froment de printemps et d'automne provenant de différentes parties de l'Europe et de l'Asie, par rapport au *Puccinia triticina*, a démontré que chacune des 8 espèces de froment, comprenant un grand nombre de variétés et de races, possède un comportement défini et caractéristique vis-à-vis du parasite, conformément au tableau suivant :

Espèces susceptibles :

Triticum vulgare (sauf quelques races);
— *compactum* Host.
— *spelta*.

Espèces résistantes :

Triticum durum.
— *polonicum*.
— *turgidum*.

Espèces totalement exemptes

Triticum monococcum.

Le *Triticum dicoccum* comprend à la fois des races susceptibles et des races sensibles.

Cette généralisation peut être appliquée, dans une certaine mesure, à d'autres rouilles comme le *Puccinia glumarum*.

La question de la résistance aux rouilles est de celles qui préoccupent le plus les grands Instituts de sélection de l'étranger. C'est ainsi qu'à Svalöf (Suède) a été réalisée la variété *Pansar*, jouissant d'une immunité aux rouilles presque absolue en même temps que de la capacité pe rendement la plus élevée pour la région, soit 140, le rendement du blé suédois indigène étant représenté par 100.

Aux États-Unis, la question des rouilles des céréales présente une énorme importance. Diverses stations expérimentales se sont attaquées à la lutte contre le fléau par la recherche de sortes résistantes. C'est ainsi que celle de l'Iowa s'est proposé dans ce but spécial :

1° d'isoler et d'expérimenter des lignées pures de sortes commerciales;

2° de sélectionner des lignées pures provenant de croisements. Plus de 8.000 lignées pures d'avoines ont été isolées de 1906 à 1914; en 1916, le choix s'est porté sur 125 sortes et les semences de deux d'entre elles seulement, choisies parmi celles qui donnent le plus de promesses, ont été distribuées aux agriculteurs en quantité suffisante pour ensemencer 40 ares. Les avoines sélectionnées peuvent ainsi être comparées, dans les conditions agricoles ordinaires, aux meilleures sortes commerciales. En 1914, déjà, le rendement des sortes d'avoines « Iowa 103 » et « Iowa 105 » surpassait de plus de 160 kg. par ha la moyenne des rendements des variétés commerciales (Hughes, H. D., 1916).

En France, où si peu de recherches ont été entreprises sur cette question, on peut signaler celles commencées en 1908 pour l'amélioration des blés Taganrog de la Limagne, achetés avec prime par les Minoteries de Marseille en vue de la fabrication des semoules. Le but à atteindre était celui-ci : obtenir de la variété Taganrog des lignées aussi productives, plus précoces et plus résistantes à la rouille. M. Blaringhem proposa d'adopter la méthode des « cultures pédigrées ». Par les soins des chimistes des usines sucrières, pour lesquelles le Blé constitue l'assolement de la Betterave, six lignées furent choisies; après quatre ans d'essais, elles furent reconnues nettement supérieures aux centaines d'autres obtenues; une ou deux seulement furent introduites dans les cultures.

VI. — Les résultats de la sélection ne sont valables que pour une contrée donnée

On peut dire encore, d'une façon plus générale et plus scientifique : pour des conditions agrogéologiques et météorologiques données.

Il ne faudrait donc pas croire que, parce qu'une lignée présente une supériorité dans une localité donnée, elle la présentera de même dans une localité différente ayant un autre climat. C'est ainsi qu'elle pourra y être en défaut par la sensibilité au froid, s'il s'agit d'un pays plus froid que celui d'origine, et ce caractère viendra annihiler toutes les qualités qui faisaient son excellence. Tel est le cas du Blé Squarehead, sorte bonne productrice en Angleterre, qui a donné de très mauvais résultats en Suède. Mais on est arrivé, à Svalöf, à en tirer une sorte, dite Extra-Squarehead II, qui s'est montrée excellente en Suède méridionale, où se trouve cette station, mais qui a complètement échoué dans l'Ostergotland, plus au nord (1905), sa résistance au froid étant encore trop faible pour soutenir un hiver plus long et rigoureux. Aussi la célèbre Station de Svalöf, qui occupe en Suède une situation extrême méridionale, a-t-elle établi un certain nombre de filiales dans des localités distinctes différant au point de vue agrogéologique et météorologique.

Dans les zones les plus froides, il y a lieu de tenir compte spécialement de la *résistance au froid*; dans celles où la pluie fait défaut au printemps, il faut des races *résistantes à la sécheresse*; dans celles où la fertilité du sol provoque un développement luxuriant et rapide des tiges, il faudra tenir compte de la *résistance à la verse*, etc.

En somme, le but de la sélection est de réunir chez une même sorte le caractère « productivité intrinsèque » et le caractère « résistance au phénomène météorologique le plus nuisible » dans une localité déterminée.

Dans un second article, nous montrerons la supériorité et les avantages de la méthode des cultures pédigrées, et nous terminerons par l'exposé de ce qui a été tenté officiellement dans divers pays pour la mise en pratique de la sélection des semences.

J. Beauverie,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Borel (Emile), *Professeur de Théorie des Fonctions à l'Université de Paris.* — **Leçons sur les fonctions monogènes uniformes d'une variable complexe,** *rédigées par* Gaston Julia. — *1 vol. in-8° de 163 pages. (Prix : 7 fr. 50.) Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1917.

Dans cet ouvrage, qui fait partie de la collection de monographies publiée sous sa direction, M. Borel s'est proposé d'étendre la notion de fonction monogène au delà des bornes fixées par Weierstrass, c'est-à-dire en dehors de certains domaines bien définis que l'on peut appeler les domaines W ; pour Weierstrass et son école, à tout élément de fonction analytique, c'est-à-dire à toute série entière convergente, se rattache un domaine W, et à tout point de ce domaine est attaché un élément de fonction analytique; l'ensemble de ces éléments constitue une fonction dont le domaine W est le domaine d'existence naturel; en dehors de ce domaine, la fonction n'existe pas.

M. Borel, s'appuyant sur certains travaux de Cauchy, s'est efforcé d'élargir ce point de vue.

Déjà sa remarquable thèse, qui remonte à 1894, renferme à ce sujet des résultats importants ; plus tard, l'extension de l'intégrale de Cauchy aux domaines que l'auteur appelle les domaines C devait permettre de montrer que les fonctions définies dans ces domaines possèdent les propriétés caractéristiques des fonctions analytiques de Weierstrass, et que, par suite, la limitation imposée par ce savant est arbitraire; d'ailleurs, il semble qu'on ne puisse fixer les limites au delà desquelles une extension nouvelle serait impossible.

En principe, la construction des fonctions monogènes non analytiques au sens de Weierstrass repose sur leur développement en séries de polynômes, valable dans tout le champ d'existence de la fonction monogène à points singuliers en nombre infini, et qui le demeure quand ces points, sans cesser de former un ensemble dénombrable, constituent un ensemble dense sur une ligne singulière, ce qui n'empêche pas d'effectuer le prolongement à l'aide de la série de polynômes considérée.

Le présent livre est la reproduction des leçons faites à l'Université de Paris, et rédigées par M. Gaston Julia. Après un chapitre d'introduction dans lequel est exposé le point de vue de Weierstrass, M. Borel étend l'intégrale de Cauchy au développement en série de polynômes d'une fonction définie dans un domaine W. Il expose ensuite un important complément à la théorie des ensembles de mesure nulle, puis parvient à la définition des fonctions monogènes non analytiques dans de nouveaux domaines qu'il appelle domaines de Cauchy ou domaines C. L'ouvrage se termine par deux notes, l'une sur une extension de la formule de Green aux ensembles parfaits discontinus, l'autre sur la théorie du potentiel logarithmique; il renferme, sous une forme concise, claire et élégante, un exposé de recherches profondes et difficiles, auxquelles M. Borel a apporté la contribution la plus importante.

M. Lelieuvre,
Directeur de l'École préparatoire
à l'Enseignement Supérieur de Rouen.

Appell (P.), *Professeur de Mécanique rationnelle à la Faculté des Sciences de Paris,* et **Dautheville** (S.), *Professeur de Mécanique rationnelle à la Faculté des Sciences de Montpellier.* — **Précis de Mécanique rationnelle.** Introduction a l'étude de la Physique et de la Mécanique appliquée, *à l'usage des candidats aux certificats de licence et des élèves des Ecoles techniques supérieures. 2e Edition, revue et augmentée. — 1 vol. in-8° de VIII-734 p. avec 230 fig. (Prix : 50 fr.) Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1918.

En présentant aux lecteurs de cette revue la première édition de cet ouvrage[1], M. A. Boulanger prévoyait que le *Précis de Mécanique rationnelle* de MM. Appell et Dautheville serait bientôt « un manuel classique dans toutes nos Universités ». La prédiction s'est rapidement réalisée, et n'étaient les circonstances créées par la guerre, la seconde édition eût suivi plus rapidement encore la première, depuis longtemps épuisée.

Cette seconde édition n'est pas une simple réimpression. Les auteurs y ont introduit de nombreux perfectionnements de détail; ils y ont, d'autre part, ajouté deux chapitres nouveaux, particulièrement importants au point de vue des applications : l'un est relatif à la Statique graphique, l'autre aux éléments de la Résistance des matériaux. Enfin les exercices placés à la fin ont été en grande partie renouvelés, d'après les questions aux dernières sessions d'examens.

Nous ne doutons pas que cette seconde édition ne rencontre auprès des étudiants un succès au moins égal à la précédente.

2° Sciences physiques

Guillet (Léon), *Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers,* et **Portevin** (Albert), *Chef des Travaux de Métallurgie et de Métallographie à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.* — **Précis de Métallographie microscopique et de Macrographie.** — *1 vol. in-8° de 304 p. avec 117 pl. hors texte comprenant 562 fig. et micrographies. (Prix : 42 fr.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris, 1918.*

C'est Widmanstätten qui, en 1808, eut l'idée de polir grossièrement les surfaces métalliques pour les examiner après attaque par des réactifs chimiques appropriés et créa ainsi la *Macrographie,* dont la technique a été surtout mise au point par les travaux récents de Frémont et de Heyn.

C'est Sorby, le créateur de la Pétrographie, qui eut l'idée, en 1864, d'appliquer la méthode d'examen au microscope par réflexion, après attaque, aux météorites, vrais produits métallurgiques artificiels, et ouvrit la voie à la *Métallographie microscopique,* définitivement fondée par Osmond dans son mémoire de 1883 sur la théorie cellulaire des aciers (en collaboration avec Woerth) et surtout celui de 1894 sur la constitution des aciers au carbone.

Depuis lors, et grâce à l'activité d'une pléiade de chercheurs français, russes, allemands, anglais, américains, etc., Macrographie et Métallographie microscopique, principalement la seconde, se sont développées avec rapidité et ont pris une importance de premier ordre pour l'examen des produits métallurgiques. Plusieurs ouvrages ont déjà été consacrés à l'exposé de ces méthodes, mais les plus récents ne sont déjà plus au point; aussi MM. Guillet et Portevin, auxquels on doit de nombreuses contributions à la technique métallographique, ont-ils été bien inspirés en dotant la littérature scientifique française d'un Précis au courant des plus récents travaux.

La Métallographie microscopique procédant, comme nous l'avons dit, à l'examen par réflexion d'une surface polie et attaquée, on doit distinguer, dans une opération de micrographie : 1° le prélèvement de l'échantillon; 2° son polissage; 3° son attaque ; 4° son observation au microscope, avec, s'il y a lieu, sa photographie. Ces opérations forment le sujet du premier chapitre de l'ouvrage.

1. Voir la *Rev. gén. des Sc.* du 15 mars 1911, t. XXII, p. 209.

L'interprétation des données de la micrographie est essentiellement basée sur les lois de la Physico-Chimie; aussi les auteurs ont-ils jugé indispensable d'exposer ensuite sommairement la question des diagrammes des alliages et de leurs relations avec la structure d'une part, et avec les principales propriétés physiques et mécaniques d'autre part (chap. II).

De même, l'un des points les plus intéressants pour l'industrie étant la relation étroite qui existe entre la constitution des produits métallurgiques, leurs propriétés et leurs traitements (mécaniques, thermiques ou chimiques), MM. Guillet et Portevin ont cru nécessaire de consacrer quelques pages à l'étude de ces questions (chap. III).

Ils sont alors en mesure d'aborder l'étude des applications industrielles de la métallographie aux produits métallurgiques, d'abord aux alliages de fer : fontes et aciers ordinaires, aciers spéciaux (chap. IV), puis aux autres métaux industriels et à leurs alliages : laitons, bronzes, alliages anti-frictions, etc. (chap. V).

Une seconde partie, beaucoup plus courte, est relative à la Macrographie et se subdivise en deux chapitres : un de technique donnant les moyens utilisés pour la préparation des échantillons, et un d'application industrielle, montrant les résultats que peut donner l'emploi de cette méthode.

Enfin, dans un dernier chapitre de conclusions, les auteurs résument en quelques pages les résultats que peut fournir la métallographie, en se plaçant d'abord à un point de vue général et en passant ensuite en une revue sommaire les différents alliages industriels étudiés.

Cet ouvrage se distingue par sa simplicité et sa clarté; il est dégagé de tout détail inutile, et vise avant tout à mettre en lumière des principes, en les illustrant par les exemples typiques de l'industrie. Il peut donc être abordé avec fruit par des débutants; il correspond d'ailleurs à une partie de l'enseignement que les deux auteurs donnent à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et que M. Guillet développe dans son cours du Conservatoire des Arts et Métiers.

Si l'on ajoute que les nombreuses microphotographies qui l'illustrent sont judicieusement choisies et fort bien venues, on ne peut que féliciter les auteurs de leur œuvre, qui est appelée à rendre de grands services dans la période de développement de l'industrie métallurgique française qui va commencer.

A. Delesne.

Montgolfier (Pierre de), *Industriel.* — **La tourbe et son utilisation.** — *1 vol. in-8° de 179 pages. (Prix : 7 fr. 50.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47, Quai des Grands-Augustins, Paris*, 1918.

La lecture d'un livre écrit par un industriel est toujours attrayante pour quiconque dirige une entreprise. Dans cet ordre d'ouvrages, « La tourbe et son utilisation » est bien le manuel qui devra être consulté par les propriétaires ou ingénieurs qui exploitent cette richesse trop méconnue encore de notre sol. Il est conçu d'une façon éminemment pratique et comporte, à la fin, en dehors d'une bibliographie étendue, une liste nominative des spécialistes qui s'occupent de la question des tourbières et des constructeurs de machines pour leur exploitation : ce sont bien les renseignements pratiques dont a besoin celui qui veut extraire de la tourbe et on sait gré à l'auteur de les avoir indiqués.

Dans les six premiers chapitres de son ouvrage, M. de Montgolfier résume la formation, les propriétés physiques et chimiques, la description des tourbières d'Europe et d'Amérique et les fossiles des tourbières ; quatre chapitres sont ensuite consacrés à la recherche et l'exploitation des tourbières, au rendement, à la législation des tourbières et usines de traitement ; l'auteur a bien soin de signaler les causes d'insuccès contre lesquelles on devra se mettre en garde, à de nombreuses reprises, la question de la tourbe présentant encore bien des points exigeant une étude sérieuse.

La partie la plus importante de ce livre traite de l'utilisation de la tourbe et de la description des appareils et installations pour son traitement. Le point de vue économique est envisagé, à propos de chaque industrie décrite, sous la rubrique éminemment utile : « coût de l'installations ». Nous ne pouvons résumer les cent pages qui traitent successivement de la tourbe comme combustible, de la carbonisation humide, de la distillation, du gaz de tourbe, des divers usages industriels de la tourbe (teinture, papier, etc.) et de la tourbe en Agriculture : il y a là trop de points à mettre en relief et il est nécessaire de consulter ce petit ouvrage pour se rendre compte de l'importance que peut prendre la tourbe dans l'industrie.

Ecrit dans un style très clair, nous souhaitons que cet ouvrage soit apprécié comme il le mérite.

M. Rigotard,
Ingénieur Agronome.

3° Sciences naturelles

Cvijic (Jovan), *Professeur à l'Université de Belgrade, Agréé à l'Université de Paris.* — **La Péninsule balkanique.** Géographie humaine. — *1 vol. in-8° de 528 pages avec 31 cartes et croquis dans le texte et 9 cartes hors texte. (Prix : 17 fr. + 20 %.) Librairie Armand Colin, Paris*, 1918.

M. J. Cvijic est un maître de la Géographie physique, spécialiste de la Péninsule balkanique. Nul ne connaît mieux que lui, pour l'avoir parcourue en tous sens, la région qu'il étudie et à laquelle appartient son pays d'origine. C'est pourquoi ce livre de géographie humaine est si fortement imprégné de géographie physique, et c'est ce qui en fait la valeur et l'originalité.

Le livre premier est consacré au milieu géographique et à l'homme. L'auteur étudie les principaux caractères géographiques, les régions naturelles, les influences géographiques et l'intervention des éléments sociaux, les principaux faits ethnographiques et sociologiques : la propriété rurale, les genres de vie, les agglomérations urbaines et rurales, les types de maisons.

Cet exposé est remarquablement clair dans l'exposition, complétée par une série de cartes dressées par l'auteur et consacrées aux zones climatiques, aux zones de civilisation, aux formes de la propriété rurale, aux types de villages et de maisons, aux migrations et à l'ethnographie. Une ligne allant du golfe d'Arta à celui de Salonique sépare les pays égéens du Bloc continental dont l'ossature est formée par l'arc balkanique, les Rhodopes et la chaîne pindo-dinarique. Entre ces massifs deux grandes dépressions sillonnent la péninsule : le bassin de la Maritza et la région où coulent en sens inverse la Morava et le Vardar. Ces remarquables unités géographiques, routes de peuplement et d'invasion, auraient pu constituer un seul et puissant Etat slave si des interventions sociales n'étaient venues modifier les conditions géographiques : la pénétration des Bulgares, d'origine ougro-finnoise, au milieu du VIIe siècle, l'invasion turque au XIVe siècle, les luttes pour l'indépendance, puis pour la prépondérance, au cours du XIXe siècle. C'est la Serbie qui se réveille la première, de 1804 à 1815, en formant un noyau d'Etat national dans le bassin de la Morava. Pendant tout le XIXe siècle, elle cherchera à s'étendre vers le Sud, son prolongement naturel, barrant à l'Autriche-Hongrie la route de Salonique. Toute la question d'Orient est conditionnée par une double série de facteurs, les uns géographiques : l'attraction de deux grands Etats continentaux vers la mer libre, celle de la Russie vers Constantinople et les Détroits, celle de l'Autriche-Hongrie, encouragée par l'Allemagne, vers Salonique ; les autres ethnographiques : les efforts de l'Autriche et de la Hongrie pour empêcher la réalisation de l'unité yougo-slave, l'antagonisme séculaire qui réunit tous les Slaves contre l'envahisseur turc, et la lutte pour la prépondérance entre Serbes et Bulgares, occupants des deux grandes

unités géographiques de la péninsule. L'Autriche disloquée, dans l'impossibilité de peser sur les destinées balkaniques; la Turquie réduite au rôle de gardienne des détroits neutralisés; la Bulgarie confinée dans sa région naturelle, le couloir de la Maritza; la Yougo-Slavie unifiée et reconstituée dans son domaine géographique qui devrait logiquement s'étendre jusqu'à Salonique, telles sont les réalités géographiques, ethnographiques et économiques dont il faudra s'inspirer pour arriver à une solution garantissant la paix.

Le livre second étudie les caractères psychiques des Yougo-Slaves : le type dinarique, le type central, le type balkanique oriental et le type pannonique. Il est la synthèse d'une vaste enquête, menée pendant vingt ans, à travers toute la péninsule, par les collaborateurs de l'Institut de Géographie de Belgrade, sous la direction de M. Cvijic, qui a groupé les faits scientifiquement. Cette énorme documentation, bien que répartie géographiquement et reliée aux conditions du milieu physique, a plutôt un caractère ethnographique. L'auteur reconnaît que sa conception de la géographie humaine diffère de celle de Ratzel et de celle de M. Jean Brunhes, auxquels il reproche de trop exclure l'homme de leurs ouvrages. Nous croyons, pour notre part, que M. Cvijic présente l'excès contraire et s'écarte sensiblement du domaine de la géographie humaine dans toute cette seconde partie, alors que la première lui appartenait tout entière, mais le lecteur ne saurait se plaindre de cet empiètement qui lui vaut, en plus de l'étude promise par le sous-titre du livre, une contribution de premier ordre à la sociologie des peuples balkaniques. Elle dépasse les limites d'un compte rendu et ne se laisserait point résumer : il faut la lire dans l'ouvrage. Nous souhaiterons, toutefois, que, dans une prochaine édition, des photographies des différents types balkaniques viennent illustrer la riche documentation de l'auteur.

PIERRE CLERGET,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

The Botany of Iceland (LA BOTANIQUE DE L'ISLANDE), *édité par* L. KOLDERUP ROSENVINGE *et* EUG. WARMING. *Part II. — 1 vol. in-8° de 334 p. avec 37 fig. et 1 pl. J. Frimodt, Copenhague, et John Weldon and Co, Londres*, 1918.

La *Revue* a publié antérieurement l'analyse du premier fascicule de cet ouvrage[1]; le second contient les deux travaux suivants :

E. OSTRUP : *Marine Diatoms from the coasts of Iceland.* Ce mémoire contient les résultats de la détermination des Diatomées marines des côtes d'Islande, d'après les 438 échantillons recueillis par divers observateurs. L'auteur a pu constater la présence de 209 espèces, qui montrent que cette faune a un caractère européen prédominant. L'espèce la plus répandue est le *Rhabdonema arcuatum.*

AUG. HESSELBO : *The Bryophyta of Iceland.* Les Bryophytes d'Islande sont surtout connus par les explorations botaniques de Grönlund (1868 et 1876), complétées par celles de l'auteur en 1909, 1912 et 1914; mais une partie du pays est encore inexplorée au point de vue des mousses.

Le nombre total des Bryophytes trouvés en Islande est de 439, dont 93 Hépatiques, 20 *Sphagnum* et 326 Mousses vraies. 6 espèces seulement sont particulières à l'Islande. Les autres peuvent être réparties en 4 groupes géographiques : 1° espèces ubiquistes (132), presque également distribuées dans toute l'Europe du Nord au-delà du cercle arctique; 2° espèces méridionales (73), qui sont très fréquentes dans le sud de la Scandinavie, et beaucoup plus rares dans le nord; 3° espèces boréales (111), qui sont plus fréquentes dans le nord que dans le sud de la Scandinavie, et sont distribuées principalement au-dessous de la limite des arbres; 4° espèces alpines (108), distribuées principalement au-dessus de la limite des arbres.

Une des parties les plus intéressantes du mémoire de M. Hesselbo est constituée par l'étude des communautés de Bryophytes, qu'il subdivise de la façon suivante : I. Formations de plaines. A. Végétation bryophytique littorale; B. Formations bryophytiques hydrophiles : *a*) végétation bryophytique des eaux pures (rivières et lacs, graviers inondés, sol boueux proche des sources), *b*) végétation bryophytique des sols tourbeux; *c*) végétation bryophytique des sols sableux humides; *d*) végétation bryophytique voisine des sources chaudes. C. Formations bryophytiques mésophylles. D. Formations bryophytiques xérophylles. E. Végétation bryophytique des rochers (en particulier des tufs). F. Végétation bryophytique des champs de laves. II. Végétation bryophytique des montagnes. Nous regrettons de ne pouvoir donner ici la liste des espèces constituant ces diverses associations, dont quelques-unes sont très typiques.

Le mémoire se termine par deux chapitres sur la distribution en altitude et la distribution horizontale des espèces.

4° Sciences diverses

Chavigny (Dr R.), *Professeur agrégé du Val-de-Grâce.* — **Organisation du Travail intellectuel.** *Préface de M.* CH. ADAM, *membre de l'Institut. 2e édition. — 1 vol. in-16 de 130 p. avec 16 fig. (Prix cart. : 3 fr. 90). Librairie Ch. Delagrave, 15, rue Soufflot, Paris*, 1918.

Ce petit ouvrage a été écrit pour remédier à une étrange lacune des programmes de l'enseignement. Comme le remarque l'auteur, « dans les écoles, collèges, lycées, etc., le maître dirige l'élève, mais jamais ne le prépare aux méthodes qui lui permettraient plus tard de travailler personnellement, d'acquérir des matériaux, de les ranger, de pouvoir les retrouver, et de savoir les utiliser au jour voulu ». On se fie à la mémoire pour conserver l'instruction reçue, les lectures faites, les citations typiques, les idées suggérées, et lorsqu'on veut y faire appel on se trouve la plupart du temps en face d' « un champ de ruines ». Tout travailleur intellectuel a donc besoin d'une méthode de travail, qui lui permette de se faire un index, un répertoire commode de toutes les connaissances acquises au jour le jour et d'y faire appel chaque fois qu'il en a besoin.

A son intention, le Dr Chavigny expose donc d'abord dans quelles occasions: cours, conversations, lectures, observations, réflexions, il est nécessaire, utile, profitable de prendre des notes, et surtout comment on doit prendre ces notes et les classer. Il préconise le système des fiches, bien supérieur à celui des cahiers de notes, et la classification décimale, d'une portée absolument générale et indéfiniment extensible, et il donne des renseignements pratiques sur le matériel à employer, qui peut fort bien s'improviser à peu de frais. Enfin l'auteur montre comment on doit mettre en œuvre les matériaux ainsi rassemblés pour la production d'un travail original, et il donne des conseils sur la technique de la rédaction.

On ne saurait trop remercier le Dr Chavigny d'avoir voulu faire bénéficier les autres des fruits de son expérience personnelle et d'avoir mis entre les mains de la jeunesse studieuse et des travailleurs de la pensée les éléments d'une bonne méthode de travail intellectuel.

LOUIS BRUNET.

1. *Rev. gén. des Sc.* du 30 juillet 1915, t. XXVI, p. 445.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Janvier 1919

1° Sciences mathématiques. — **M. G. Bigourdan** : *Projet de réforme du calendrier civil actuel (julien, grégorien).* Pour remédier au principal inconvénient du calendrier civil actuel (les dates des mois n'ont pas une concordance simple avec les jours correspondants de la semaine), l'auteur propose de former chaque trimestre d'un premier mois de 31 jours suivi de deux mois de 30 jours; toutefois, dans le 4e trimestre, le dernier mois aurait toujours 31 jours; en outre, dans les années bissextiles, l'avant-dernier mois serait aussi de 31 jours. On voit que les trois premiers trimestres seraient chacun de 91 jours ou exactement 13 semaines, de sorte que dans chaque trimestre les mêmes jours de la semaine tomberaient aux mêmes dates des mois correspondants. — **M. Ch. Rabut** : *Sur une nouvelle forme canonique des massifs armés.* L'auteur a étudié et réalisé le remplacement systématique de l'*armature-ligne*, formée de barres, dans les massifs armés par l'*armature-surface*, formée de plaques planes ou courbes dont l'épaisseur peut, en principe, varier suivant une loi quelconque, mais reste faible par rapport aux deux dimensions superficielles. La forme nouvelle paraît présenter de nombreux avantages sur la forme actuelle. Un cas singulier et particulièrement avantageux de la nouvelle forme est celui du *béton tubé*, où le métal travaille non seulement par adhérence longitudinalement, mais aussi à la tension transversalement, et subit une pression normale du béton. Le béton tubé s'imposera désormais pour la constitution économique des pièces fortement chargées debout, des pylônes, etc. — **M. Frémont** : *Sur la rupture prématurée des pièces d'acier soumises à des efforts répétés.* On sait que certaines pièces métalliques recevant des secousses en service finissent par se fissurer et se rompre au bout d'un certain temps. Wohler a admis que la rupture peut être amenée par la répétition de charges alternées, toutes inférieures à la limite d'élasticité du métal employé. L'auteur croit qu'en réalité une pièce peut résister indéfiniment aux efforts alternatifs quand, en aucun point, la limite élastique ne se trouve atteinte et que, dans le cas contraire, c'est le travail non restitué qui, en s'accumulant, finit par produire la déformation permanente. En se basant sur cette conception, l'auteur a pu faire diminuer très notablement le nombre de ruptures d'essieux de chemins de fer, non pas en augmentant le volume de ces pièces, mais au contraire en enlevant du métal dans certaines parties judicieusement choisies, de manière à augmenter l'élasticité de l'essieu et à lui permettre d'amortir ainsi une plus grande quantité de travail dynamique.

2° Sciences physiques. — **MM. R. Dubrisay, Tripier et Toquet** : *Sur une méthode physico-chimique de dosage des carbonates alcalins en présence des bases alcalines. Application à l'analyse des gaz des fumées.* Les auteurs ont montré antérieurement (voir p. 59) que, tandis que les bases alcalines augmentent le coefficient de miscibilité réciproque de l'eau et du phénol, les carbonates alcalins agissent en sens inverse; ils utilisent cette propriété pour doser les carbonates alcalins en présence des alcalis, en se servant de courbes établies préalablement avec des solutions de titres connus. Ce procédé peut être appliqué à l'analyse des gaz des fumées : on en fait barboter un volume connu dans une quantité déterminée de soude titrée; la proportion d'alcali carbonaté après passage du courant gazeux mesure le taux de CO^2 dans le gaz des fumées. — **MM. F. Bourion et A. Sénéchal** : *Sur l'évolution et l'oxydation de l'hydrate chromique en solution alcaline.* Une solution alcaline d'hydrate chromique subit une évolution qui tend à lui faire perdre en vieillissant toute activité chimique, et spécialement ses propriétés réductrices, d'autant plus rapidement que la concentration en chrome est plus grande et la concentration en alcali plus petite.

3° Sciences naturelles. — **M. P. Bugnon** : *Sur une nouvelle méthode de coloration élective des membranes végétales lignifiées.* Le vert lumière, par l'électivité et la stabilité de la coloration qu'il donne, par la simplicité de la préparation de ses solutions et par la rapidité de leur emploi, par la facilité avec laquelle il peut être associé à de nombreuses teintures des diverses membranes végétales, paraît mériter une des meilleures places parmi les colorants des membranes lignifiées. — **M. Marcel Denis** : *Sur quelques thalles d'Aneura dépourvus de chlorophylle.* L'auteur a observé des thalles d'un *Aneura* sp. dépourvus de chlorophylle et envahis par un champignon endophyte. Il semble qu'une absence totale de chlorophylle coïncide avec un développement très grand de l'endophyte, celui-ci tendant visiblement à se substituer au pigment, morphologiquement et physiologiquement, et à introduire chez l'hôte un mode de nutrition purement saprophytique. — **M. Y. Delage** : *Suggestion sur la nature et les causes de l'hérédité ségrégative (caractères mendéliens) et de l'hérédité agrégative (caractères non mendéliens).* L'auteur explique les trois modes essentiels de l'hérédité : transmission uniparentale, transmission biparentale égale et biparentale inégale avec prépondérance plus ou moins accentuée d'un des parents, par trois modes d'association des chromatines paternelle et maternelle qui s'expliquent eux-mêmes par les divers degrés d'hétérogénéité des chromatines en présence. — **M. G. A. Boulenger** : *L'évolution est-elle réversible? Considérations au sujet de certains Poissons.* L'auteur montre que, chez les Cichlides d'Afrique, les dents à couronne comprimée et lobée ont conduit aux dents coniques, faisant ainsi retour à l'état primitif. De même, les Cichlides à 24-26 vertèbres, loin de représenter des types spécialisés, sont au contraire les plus rapprochés de la souche. Si donc il faut bien admettre comme inconcevable qu'un organisme compliqué puisse tout entier évoluer à rebours pour retourner à l'état premier (en ce sens l'évolution est irréversible), il n'en est pas de même d'un organe particulier, qui peut présenter une évolution renversée. — **M. J. Amar** : *Origine et conséquences de l'émotivité féminine.* Les femmes, ayant une puissance physique inférieure de moitié à celle de l'homme, ne doivent jamais être admises dans les métiers de force. Elles ne peuvent, non plus, soutenir l'effort continu du cerveau. Leur système nerveux réagit vivement à la plus légère émotion, d'où surmenage et moindre résistance aux germes infectieux. L'émotivité de la femme résulte du sentiment de sa faiblesse physique, de la peur, fixé par l'hérédité organique. Ce caractère fatal se traduit toujours par des troubles respiratoires, des menaces d'asphyxie. On doit donc écarter toutes circonstances où l'effort et l'émotion ont chance de se produire, et n'employer les femmes qu'après examen de leurs aptitudes physiologiques et psychologiques. — **M. G. Sanarelli** : *De la pathogénie du choléra. La défense naturelle du péritoine contre les vibrions cholériques.* Les cobayes tués par une injection péritonéale de vibrions cholériques ne meurent pas de péritonite. L'injection vibrionienne est jugulée au moment de leur mort. La cause de celle-ci doit par conséquent être recherchée en dehors du processus péritonéal.

Séance du 13 Janvier 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Chazy** : *Remarques sur les problèmes des deux corps et des trois corps.* L'auteur démontre le théorème suivant : Dans le problème des trois corps, tout choc de deux corps a lieu dans le plan du maximum des aires. — M. **R. Baillaud** : *Sur un appareil genre astrolabe à prisme, destiné à la mesure des variations de latitude.* Si l'on place l'axe de la lunette d'un astrolabe à prisme dans le plan du méridien, les deux images directe et réfléchie d'une étoile décrivent dans le champ des trajectoires qui, au voisinage immédiat du méridien, peuvent être regardées comme rectilignes et parallèles. Ces deux trajectoires coïncident quand la hauteur de l'étoile est égale à l'angle du prisme. Une variation de la latitude a pour effet de faire varier la hauteur de l'étoile et par suite la distance des deux trajectoires. L'auteur indique comment on peut disposer l'appareil pour mesurer cette variation, qui donnera en valeur absolue les variations de la latitude par des observations différentielles.

2° Sciences physiques. — M. **H. Hubert** : *Sur la superposition des courants aériens au-dessus de la presqu'île du cap Vert (Sénégal).* L'observation directe a permis à l'auteur d'établir les faits suivants pour la région de Dakar : 1° superposition de l'harmattan à l'alizé, la zone de contact des deux vents étant inférieure à 500 m. pour la période octobre-novembre ; 2° température toujours plus élevée de l'harmattan à cette époque de l'année, l'augmentation de température pouvant atteindre 6° ; 3° descente toujours possible de l'harmattan à terre, même lorsque ce vent est beaucoup plus chaud que l'alizé. — M. **Eug. Mesnard** : *Sur l'origine et le groupement des phénomènes météorologiques.* En se basant sur des observations notées à Rouen et contrôlées, l'auteur croit pouvoir admettre l'existence de périodes météorologiques plus ou moins compliquées par une succession de phases écourtées ou se chevauchant, groupant dans un même ordre tous les phénomènes qui intéressent nos régions européennes, et leur reconnaître, comme cause déterminante, l'ébranlement des couches d'air par des tremblements de terre d'importance notoire, des cyclones, etc., et aussi, mais à un degré moindre, les mouvements anormaux de l'atmosphère au moment des syzygies (NL) et (PL). L'établissement d'un régime de fortes pressions ou anticyclone marque habituellement la fin de ces périodes ; par sa persistance en certains points, il peut les atténuer ou les écourter. — M. **E. Mathias** : *La pluie en France. Le phénomène parasite.* L'auteur montre que la hauteur moyenne annelle de pluie h pour toutes les stations pluviométriques françaises est une fonction continue de l'altitude A, assez bien représentée par la formule : $h = k_0 + kA - \frac{1}{2}\left(\frac{A}{100}\right)^2$. Mais, quand on compare des pluviomètres situés en un même lieu à des altitudes différentes, au lieu de la croissance lente avec l'altitude, on trouve un phénomène de sens contraire et beaucoup plus grand. Ce phénomène parasite tient au support du pluviomètre (mur, terrasse, tour, etc...), qui fonctionne comme un obstacle au déplacement horizontal de l'air et oblige celui-ci à s'écouler verticalement de bas en haut ; dès lors, l'obliquité de la pluie augmente et par suite l'indication du pluviomètre diminue. Toute discontinuité du terrain dans le sens vertical donne le phénomène-parasite ; c'est pourquoi, si l'on cherche l'influence de l'altitude, il faut que la pente reste toujours faible et continue. Sinon la hauteur h doit être corrigée d'une grandeur qui constitue l'anomalie de la station. — M. **C. Somigliana** : *Sur la théorie des ondes sismiques.* L'auteur reprend, d'un point de vue plus général, la théorie des ondes de Rayleigh et en tire une interprétation possible des ondes longues des sismogrammes. — M. **L. Eblé** : *Ébranlements du sol causés par des explosions.* Des explosions accidentelles qui se sont produites aux environs de Paris pendant la guerre, quatre ont été enregistrées aux sismographes de l'Observatoire du Parc Saint-Maur ; celles de Saint-Denis, Massy-Palaiseau, Mitry et La Courneuve. Les deux dernières ont agi également sur le barographe, mais celui-ci paraît avoir réagi comme enregistreur de pression et non comme sismographe vertical. — M. **Ch. Dufour** : *Valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val Joyeux au 1er Janvier 1919.* Voici ces valeurs :

	Valeurs absolues	Variation séculaire
	—	—
Déclinaison	13°8',10	— 8',91
Inclinaison	64°43',7	+ 1',9
Composante horizont.	0,19674	— 0,00014
— verticale	0,41673	+ 0,00028
— nord	0,19159	— 0,00002
— ouest	0,04471	— 0,00053
Force totale	0,46085	+ 0,00020

— M. **G. Lippmann** : *Sur les propriétés des circuits électriques dénués de résistance.* Tandis que les actions électriques à distance sont toutes indépendantes de la nature des conducteurs employés, la résistance électrique d'un circuit dépend au contraire de la nature du conducteur et de son état physique. Il s'ensuit logiquement que, si l'on veut établir les lois les plus générales de l'action électrique à distance, il faut éviter d'introduire ou de laisser dans l'analyse les termes qui dépendent de la résistance (les expériences de K. Onnes au voisinage du zéro absolu ont d'ailleurs apporté une sanction physique à l'hypothèse de la résistance nulle). On fait ainsi disparaître une complication arbitraire, étrangère aux lois générales que l'on a à appliquer ; on n'a plus à tenir compte de la variation arbitraire des vitesses, et l'on aboutit à une relation qui montre que les lois générales des phénomènes d'induction sont des lois statiques. — M. **R. Swyngedauw** : *Influence de l'enveloppe sur les résistance et réactance effectives d'un câble armé pour les harmoniques 3.* L'auteur a trouvé que la résistance et la réactance kilométriques sont 2 à 3 fois plus grandes pour les tronçons courts que pour les longs câbles en service. A la fréquence 500, ces grandeurs atteignent jusqu'à 4 fois les valeurs correspondantes des longs câbles, de sorte qu'il est impossible de déterminer à l'usine, sur des tronçons de quelques mètres, les résistances et réactances des câbles en service, pour l'harmonique 3. Cette énorme différence entre les valeurs des constantes, pour les câbles longs et courts, semble due à l'enveloppe. — M. **H. Grandjean** : *Calcul des rayons extraordinaires pour certaines structures de liquides anisotropes.* L'auteur développe une méthode de calcul de ces rayons en partant de l'hypothèse suivante : En chaque point, le milieu transmet les mêmes vibrations que s'il était homogène et avait pour axe optique l'axe optique de ce point. Il doit alors exister un rayon ordinaire transmettant la vibration ordinaire avec une vitesse constante, comme dans les milieux homogènes. Ce rayon est rectiligne et ne dépend pas de la structure. Le rayon extraordinaire dépend au contraire de la structure et doit être une courbe gauche. — MM. **F. Bourion** et **A. Sénéchal** : *Sur l'évolution et les propriétés magnétiques de l'hydrate chromique en solution alcaline.* Les auteurs ont déterminé l'ordre de la réaction d'évolution des solutions d'hydrate chromique à la température ordinaire (voir p. 91). Cette réaction paraît être du 4e ordre. Le paramagnétisme de ces solutions va en diminuant avec le temps, plus rapidement pour les solutions les plus concentrées, ce qui confirme la formation de combinaisons complexes.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Pruvost** : *Sur l'existence du terrain houiller en profondeur, à Merville (Nord).* L'auteur a étudié les carottes provenant d'un sondage effectué à Merville en 1905, pour fournir de l'eau potable à cette agglomération. Les terrains rencontrés sont les suivants : de 0 à 221 m. de profondeur, terrains récent, quaternaire, tertiaire et crétacé ; de 221 m. à 245 m., terrain houiller inférieur (assise de Flines) ; de 245 m. à 252 m., terrain houiller inférieur

(assise de Chokier); 252 m., fin du sondage: eau (calcaire carbonifère ?). Ces résultats montrent que la structure du sous-sol paléozoïque de la Flandre et du Brabant n'est pas aussi simple qu'on l'avait d'abord supposé. — M. **S. Stefanescu** : *Sur la phylogénie de l'*Elephas africanus. De l'étude des lames des molaires de *l'Elephas africanus*, l'auteur tire la conclusion que les ancêtres de cet animal sont issus directement des Mastodontes bunolophodontes. — M. **L. Daniel** : *Cultures maraîchères expérimentales au bord de la mer.* Les faits observés par l'auteur établissent une fois de plus l'importance fondamentale du régime de l'eau dans les cultures maraîchères du bord de la mer. Ils font voir que l'excès de la nourriture azotée est un des facteurs de la fonte et du folletage des salades quand ces plantes subissent des à-coups élevés dans leur végétation et que la structure xérophytique peut être provoquée expérimentalement chez elles, dans certaines conditions de milieu extérieur, par leur culture sur un substratum d'épaisseur convenable formé par des Sphaignes vivantes maintenues suffisamment humides pendant les fortes sécheresses de l'été. — MM. **L. Lapicque** et **E. Barbé** : *Indice de chlore comme mesure comparative de la richesse des terres en humus.* Les auteurs ont constaté que l'hypochlorite de soude (eau de Javel), en réagissant sur des terres arables diverses, s'appauvrit en chlore actif dans des proportions très largement variables. Cet effet, qui donne la mesure de l'oxydabilité des terres mises en expérience, est en rapport avec leur teneur en humus. La détermination de l'indice de chlore permet donc de classer les terres dans l'ordre de leur richesse probable en humus. — MM. **D. Berthelot** et **R. Trannoy** : *Sur le pouvoir absorbant de la terre sèche ou humide vis-à-vis du chlore gazeux.* A l'occasion des attaques par les gaz chlorés, les auteurs ont déterminé le pouvoir absorbant de diverses variétés de terres sèches ou humides. 1° Le sable blanc absorbe mal le chlore et est peu efficace comme agent de protection. 2° Le sable jaune ferrugineux, bien que préférable au précédent, est très inférieur à la terre végétale. 3° L'humidité augmente à peine le pouvoir absorbant de ces sables. 4° La terre végétale a un pouvoir absorbant supérieur à celui du sable; il ne paraît pas dépendre de la teneur en chaux. 5° Le pouvoir absorbant de la terre végétale humide est de 2 à 2,5 fois celui de la terre sèche. — M. **G. A. Boulenger** : *Un cas d'évolution ontogénique à rebours chez un Lézard africain* (Eremias lugubris *A. Smith*). Chez les jeunes de cette espèce, l'auteur a noté l'acquisition temporaire d'une livrée voyante, sur un sol aride et désertique avec lequel l'adulte s'harmonise, au contraire, parfaitement. Aucune des théories en cours ne semble pouvoir donner la solution de cette anomalie. — M. **R. Dollfus** : *Continuité de la lignée des cellules germinales chez les Trématodes.* Digenea. 1° Les sporocystes, rédies, cercaires ne naissent pas aux dépens d'éléments somatiques de la paroi de sporocystes ou de rédies. 2° Ils naissent aux dépens d'une même lignée germinale. 3° Cette lignée de cellule germinale, issue de la segmentation de l'œuf fécondé, est l'origine des tissus imaginaux (y compris les cellules sexuelles de l'adulte); elle donne au cours de l'évolution individuelle les tissus somatiques larvaires constituant les sporocystes et les rédies, ensuite les cercaires par une sorte de polyembryonie interne continue. 4° Les formes larvaires ne sont que superposées à cette lignée germinale qui les forme en s'étendant sans discontinuité de l'œuf fécondé à l'adulte sexué. 5° Les tissus *somatiques* des sporocystes et rédies sont seulement des enveloppes larvaires où sont incluses les cellules de la lignée germinale; ils ne prennent aucune part dans la génération de la suite des formes larvaires; ils sont stériles.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 *Décembre* 1918

M. **A. Pinard** : *De la protection maternelle et infantile pendant la quatrième année de guerre dans le camp retranché de Paris.* Les statistiques montrent, pendant cette quatrième année de guerre : une augmentation des naissances (mais qui n'implique pas sûrement une augmentation de la fécondité parisienne, nombre de femmes réfugiées ou évacuées étant venues accoucher à Paris); une augmentation de la mortinatalité; une augmentation du nombre des enfants abandonnés; une augmentation sensible du nombre des enfants illégitimes (aujourd'hui 1 sur 3); une augmentation de la mortalité infantile de 0 jour à 3 mois (aujourd'hui supérieure à ce qu'elle était avant la guerre); une diminution de la mortalité de 3 mois à 1 an et de 1 à 2 ans, ce qui fait que la mortalité totale de 0 à 2 ans reste inférieure à ce qu'elle était avant la guerre. De tous les facteurs de mortalité de 0 jour à 3 mois, la *débilité congénitale* à elle seule cause autant de morts que tous les autres facteurs nocifs, que toutes les maladies. D'autre part, le nombre des enfants prématurés, nés avant terme, est égal à la moitié du nombre total des naissances. M. Pinard attribue ces deux derniers faits au *surmenage* des mères pendant la gestation, conséquence du travail des femmes dans les usines. Il réclame le repos obligatoire des mères avant l'accouchement et relate ce qui a été fait dans ce sens dans les usines de l'État et différents établissements industriels et commerciaux. Les quelques résultats obtenus sont tout à fait convaincants; ils devraient être généralisés. — MM. **Ch. Achard** et **L. Binet** : *Etude expérimentale de l'emphysème du médiastin.* Les auteurs ont étudié expérimentalement sur le chien l'emphysème du médiastin, souvent observé en chirurgie de guerre chez les blessés de poitrine. Ils ont reconnu que l'emphysème du médiastin est le stade moyen d'un emphysème plus étendu, cervico-thoraco-abdominal. Il peut être déterminé par une insufflation soit directe, soit indirecte (poumon, plèvre, tissu sous-cutané cervical ou périnéal), ou encore par aspiration à la suite d'une obstruction mécanique de la trachée associée à une plaie périphérique.

Séance du 24 *Décembre* 1918

M. le Président annonce le décès de M. **E. Bureau**, membre de l'Académie. — M. **A. Laveran** est élu vice-président de l'Académie pour 1919; M. **R. Blanchard** est réélu secrétaire annuel.

M. le Dr **Gourdon** : *La reprise du travail par les amputés et estropiés de guerre.* Les observations de l'auteur ont porté sur 4780 mutilés du Centre d'appareillage et de rééducation de Bordeaux, dont 30 % étaient des amputés et estropiés graves des membres supérieurs. Tous ont été dirigés vers les travaux manuels après rééducation ou éducation professionnelle nouvelle. Pour la majorité des amputés et estropiés des membres inférieurs, les résultats obtenus se rapprochent sensiblement de ceux qu'obtiennent les sujets normaux; ils ne s'en écartent que de 10 %. Quant aux amputés et estropiés des membres supérieurs, le rendement auquel ils arrivent s'écarte de 35 à 80 % du rendement normal. De ces chiffres, l'auteur conclut qu'on ne saurait trop orienter vers les professions manuelles la grande majorité des mutilés, réservant les emplois commerciaux et administratifs à un petit nombre, qui y sont préparés par leur éducation antérieure. — MM. **Ch. Mirallié** et **Denès** : *Un cas d'écriture en miroir.* Les auteurs ont observé chez une femme, frappée d'hémiplégie droite, le phénomène spontané de l'écriture en miroir (écriture de droite à gauche, avec la main gauche). Elle écrit aussi les chiffres en miroir, soit qu'elle les copie, soit qu'on les lui dicte. Si on lui pose une addition ou une soustraction, elle écrit chaque nombre en miroir, mais elle commence les opérations par la droite, c'est-à-dire par les chiffres des plus fortes unités, et aboutit par conséquent à un résultat qui n'est pas la reproduction en miroir du résultat exact. Il y a donc dissociation de deux phénomènes : l'acte matériel de l'écriture en miroir, l'opération intellectuelle de l'addition ou de la soustraction.

Séance du 31 Décembre 1918

MM. **F. Rathery** et **M. David** : *Les broncho-pneumonies au cours de l'épidémie de grippe actuelle.* Le pronostic des broncho-pneumonies qui viennent souvent compliquer la grippe ordinaire est toujours très réservé. En dehors de la thérapeutique ordinaire (saignée, enveloppement froid du thorax, alcool, adrénaline et toni-cardiaques), les auteurs ont fréquemment fait usage de deux médications un peu spéciales : l'or colloïdal en injections intra-veineuses, et l'abcès de fixation. Les résultats obtenus permettent d'affirmer leur réelle efficacité; dans des cas extrêmement graves, ils ont assisté à des guérisons soudaines et inespérées.

Séance du 7 Janvier 1919

MM. **F. Barbary** et **E. Hamaide** : *Le cacodylate de gaïacol dans l'infection grippale.* Les auteurs ont employé le cacodylate de gaïacol à la dose de 5 cgr. en solution aqueuse, à raison d'une ou deux injections par jour. Ce médicament semble jouer, dans la grippe, à la fois un rôle prophylactique, un rôle abortif extrêmement important et un rôle curatif.

Séance du 14 Janvier 1919

MM. **F. Bezançon** et **R. Legroux** : *Essais de bactériothérapie dans la grippe.* Dans les complications pulmonaires de la grippe, les auteurs ont observé ce qui suit : Les lésions de simple congestion sont en général amicrobiennes. Les lésions limitées de splénisation renferment très souvent le bacille de Pfeiffer presque seul. Les lésions d'hépatisation renferment le pneumocoque en grande abondance et une petite quantité de streptocoques. Certaines lésions massives du poumon montrent la prédominance du streptocoque sur les autres bactéries. Il semble donc que le bacille de Pfeiffer soit le premier agent microbien des lésions pulmonaires, et qu'il soit remplacé dans les lésions plus avancées par le pneumocoque, puis par le streptocoque. En se basant sur ces données, les auteurs ont préparé un vaccin qui contient par cm^3 : pneumocoques, 4 milliards; streptocoques, 2 milliards; bacille de Pfeiffer, 2 milliards; *Micrococcus aureus*, 2 milliards. Les injections de ce vaccin chez les malades atteints de grippe simple ou présentant déjà des complications pulmonaires se sont montrées inoffensives; elles amènent en général une défervescence rapide, et elles ont diminué de plus de moitié la mortalité par rapport aux cas non traités. — M. **P. Robin** : *Hygiène quotidienne de la bouche; son importance prophylactique en cas d'épidémie.* Dans l'épidémie de grippe actuelle, l'hygiène de la bouche doit devenir particulièrement sévère. L'auteur recommande : le brossage des dents sur toutes les faces, le nettoyage des espaces interdentaires avec un fil, suivi du rinçage de la bouche et des dents avec de l'eau fraîche chambrée, parfumée ou non. L'emploi et l'abus des dentifrices dits antiseptiques, qui bien souvent détruisent les cellules plus rapidement qu'ils ne tuent les microbes, prédisposant ainsi les tissus à toutes les infections, doit être abandonné.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Décembre 1918

MM. **J. Gaté** et **M. Déchosal** : *Les microbes des complications grippales. Essais de vaccination.* Résultats fournis par 105 recherches portant sur 82 cas de grippe, dont 37 sévères et compliqués. 1° Le *B. de Pfeiffer* s'est montré une seule fois dans les crachats. 2° Le *Pneumocoque*, fréquent dans les crachats, a été trouvé 5 fois seulement dans des pus pleuraux au début de l'épidémie, jamais dans le sang. 3° Le *Streptocoque hémolytique* a été vu 18 fois dans les crachats, 12 fois dans des pus pleuraux, 4 fois dans les hémocultures. Très virulent pour l'homme (6 décès sur 12 pleurésies; 3 sur 4 septicémies), ce streptocoque a montré peu de virulence pour le lapin. 4° *Des essais peu nombreux de vaccinothérapie curative antistreptococcique* ont paru donner des résultats assez nets, quand il s'est agi de grippes compliquées de streptococcies. — M. **A. D. Ronchèse** : *Variante du procédé d'Hecht.* Les causes d'erreurs propres à la méthode de Hecht ont pour base unique l'inégale valeur du pouvoir hémolytique naturel. Pour avoir dans tous les cas des résultats exacts et comparables, il suffit d'opérer sur des prises d'essai variables de sérum suspect, de façon à introduire dans la réaction des complexes hémolytiques de même valeur. La prise d'essai de sérum doit être juste suffisante pour hémolyser en 30 minutes à 37° l'unité de volume adopté des globules à 1/4 dans le volume total. — MM. **E. Weill** et **G. Mouriquand** : *La notion de carence dans l'interprétation des résultats des recherches sur l'alimentation artificielle et la vie aseptique.* La plupart des auteurs ayant fait des recherches sur l'alimentation artificielle ont ignoré la notion de carence. Le fait est patent dans les expériences classiques de Forster, Lunin, Soné, Knapp, etc., qui ont tout prévu dans leurs rations, sauf l'élément « ferment ». Les mêmes considérations sont applicables aux expériences poursuivies sur la vie aseptique, faites avec des aliments carencés par la stérilisation. — MM. **H. Méry** et **L. Girard** : *Action des antiseptiques sur les germes virulents du rhino-pharynx.* Chez trois enfants porteurs de pneumocoques, virulents pour la souris, dans le rhino-pharynx, le collargol au 1/100 et l'huile goménolée au 1/10, versés par les narines largement dans le cavum pendant plusieurs jours de suite, n'ont réussi qu'à diminuer le nombre des colonies microbiennes ensemencées avec le mucus sur boîtes de Petri, sans atténuer la virulence des germes, notamment du pneumocoque, qui demeure virulent pour la souris. — MM. **M. Pommay-Michaux**, **J. Michaux** et **F. Moutier** : *Diplocoque trouvé dans les hémocultures pratiquées chez les grippés.* Dans vingt-quatre cas, les hémocultures de grippés ont décelé un diplocoque prenant le Gram, poussant lentement en milieux ordinaires, très bien en milieux à l'ascite, qui rappelle les caractères morphologiques du pneumocoque, mais qui n'est pas pathogène pour les animaux usuels de laboratoire (souris, cobaye et lapin). — MM. **S. Costa** et **J. Troisier** : *Liquide céphalorachidien dans la spirochétose ictérohémorragique.* Le liquide céphalorachidien est virulent pour le cobaye plus souvent que le sang. La virulence n'est pas en rapport avec la réaction cytologique. — MM. **G. Blanc**, **J. Pignot** et **M. Pomaret** : *Maladie du cobaye d'origine murine.* Chez le Rat sain, il existe un virus typhique pathogène pour le Cobaye : l'infection est caractérisée par une phase septicémique et des lésions organiques variables suivant l'évolution de la maladie. — MM. **L. Bruntz** et **L. Spillmann** : *La gelure des pieds est une avitaminose.* Le manque de vitamines entraîne des troubles scorbutiques ou névritiques. Les soldats, auxquels les aliments frais riches en vitamines font défaut souvent, ont présenté des troubles préscorbutiques et des névrites dont tous les caractères les rapprochent des névrites du béribéri clinique et expérimental. — MM. **P. Masson** et **Cl. Regaud** : *Sur l'existence de nombreux microbes vivant à l'état normal dans le tissu des follicules lymphoïdes de l'intestin chez le lapin.* Chez le lapin adulte sain, le tissu des organes lymphoïdes intestinaux est toujours habité par des microbes très nombreux qui, dans les conditions normales, n'y déterminent aucun phénomène inflammatoire. Ces microbes proviennent du contenu intestinal; ils pénètrent dans l'épithélium de revêtement de la tête du follicule, d'où ils passent dans le tissu lymphoïde sous-épithélial. Après un stade de vie libre et de multiplication entre les cellules lymphoïdes, les microbes sont englobés et digérés par des macrophages. Il semble y avoir adaptation physiologique entre l'hôte-lapin et le commensal-microbe.

Séance du 11 Janvier 1919

MM. **A. Grigaut** et **F. Guérin** : *Procédé précis de*

dosage de l'urée dans de faibles quantités de sang. Les auteurs indiquent un procédé de dosage basé sur l'hydrolyse de l'urée par l'uréase de la farine de soja. Ce procédé très précis donne à 3 % près les mêmes résultats que le procédé de Fosse au xanthydrol. Il offre le grand avantage de ne nécessiter qu'une quantité très faible de sang (1 à 3 cm³). — M. **Ed. Retterer** : *Evolution des côtes.* Au début du 3e mois, la côte cartilagineuse de l'embryon humain présente, vers son angle postérieur, une large zone de cartilage hypertrophié. Ce n'est qu'à la fin du 3e mois que ce tissu hypertrophié et hyperplasié édifie le premier tissu osseux. — MM. **P. Masson** et **Cl. Regaud** : *Apparition et pullulation des microbes dans le tissu lymphoïde de l'appendice du lapin.* Les bacilles qui habitent normalement le tissu lymphoïde intestinal du lapin adulte (voir p. 94) commencent à pénétrer dans les follicules de l'appendice cœcal vers la fin de la deuxième semaine de la vie extra-utérine. A la fin de la cinquième semaine, ils atteignent environ la partie moyenne de la panse des follicules. L'infestation microbienne semble être en relation avec le développement histologique du tissu lymphoïde et avec l'introduction du régime alimentaire végétal. — M. **P. Portier** : *Cannibalisme de certaines femelles d'insectes après l'accouplement.* Le cas de cannibalisme se présente toujours chez des espèces dont les femelles font dans la même saison plusieurs pontes composées d'œufs très nombreux. Il semble donc qu'il y ait pour elles, dans cette habitude, un moyen de trouver, condensés dans les tissus de la même espèce, les matériaux nécessaires à l'édification de leurs œufs. — MM. **J. Nageotte** et **J. Sencert** : *Sur les phénomènes biologiques mis en évidence par les greffes fonctionnelles d'artères mortes.* L'endothélium se reforme. L'appareil élastique de la média s'affaisse après l'enlèvement par phagocytose des cellules musculaires lésées mortes; par contre, les points de l'artère où les fibres musculaires lisses vivantes ont été traumatisées sont sclérosés, ce qui mène à chercher la sclérose non pas dans la disparition mais dans la maladie des éléments nobles et dans les perversions secrétoires qui résultent de leur état de souffrance. Des fibres musculaires lisses de nouvelle formation apparaissent dans les couches extérieures de la média du greffon reviviscent. — M. **J. Nageotte** : *Les greffes mortes de tissus conjonctifs dans la technique chirurgicale et dans l'investigation biologique.* Deux catégories doivent être établies : les *tissus perméables aux migrations cellulaires* et les *tissus à interstice clos.* Dans les premiers, la reviviscence est complète et le greffon reprend entièrement ses propriétés physiologiques; les seconds restent exposés à certaines causes de destruction après qu'ils se sont réunis aux tissus de l'hôte. — M. **R. Dubois** : *Injections de saccharate de chaux dans le parenchyme pulmonaire, dans les muscles et les vaisseaux.* Par des injections intramusculaires de saccharate de chaux, l'incrustation de certains tissus par le carbonate de chaux a été obtenue, ce qui n'avait pu être réalisé par les voies digestives. Les injections intrapulmonaires directes peuvent parfois provoquer des désordres quand l'injection a été trop brusque ou l'excès d'alcalinité non corrigé. — M. **S. Marbais** : *Le pneumobacille reversible et le bacille lactique aérogène.* En ensemençant le bacille de Friedländer et le bacille lactique aérogène sur de la gélose inclinée, tournesolée, additionnée de différents sucres, on constate que tous les tubes deviennent rouges après 24 heures d'étuve; mais, tandis que cette acidité est permanente pour le bacille lactique, elle est remplacée par une réaction neutre dans les tubes au pneumobacille. — M. **J. Dufrénoy** : *La dégénérescence pectique.* Les produits du gonflement de la lamelle pectique des tissus supérieurs, ou de la paroi externe de la membrane des microorganismes, montrent la même basophilie et sont anatomiquement et physiologiquement équivalents. La « matière interstitielle » des méats intercellulaires correspond au « voile » des levures et des colonies bactériennes, la gomme des « écoulements muqueux » à la viscose des ferments visqueux ou à la barégine des eaux thermales, toutes substances basophiles.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 27 Décembre 1918

M. Marc Chauvierre : *Un nouveau réactif des bases et des acides.* L'auteur indique l'emploi et la préparation d'un réactif des acides d'une extrême sensibilité : c'est tout simplement une décoction de betterave rouge. On peut déceler avec ce réactif des quantités très faibles d'acide organique.

Séance du 10 Janvier 1919

MM. P. Nicolardot et Boudet : *Contribution à l'étude du remplacement du platine par un alliage dans les appareils d'analyse électrolytique.* Les auteurs indiquent les résultats obtenus à l'aide des électrodes en alliage d'or-platine, dont ils ont proposé l'emploi à la place du platine, soit pour remédier à la pénurie de ce métal, soit pour diminuer le prix de revient des appareils utilisés en électrolyse. Un tel alliage, employé comme cathode, permet d'exécuter les analyses avec la même précision qu'une électrode en platine; comme anode, l'alliage est un peu plus attaqué que l'anode en platine, mais pour des analyses industrielles courantes (en l'absence de cyanures) la précision obtenue est très suffisante.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Novembre et Décembre 1918

M. Pluchet donne le compte rendu d'observations *sur l'emploi des tracteurs pour l'arrachage des betteraves.* On arrive à faire 3 ha. par jour, avec une dépense de 22 litres d'essence à l'hectare : tracteur Filtz 40 HP, tirant directement une arracheuse Bajac. Le prix de revient est le même qu'avec la traction animale, mais le travail est plus rapide et plus régulier. Des déchaumages et labours d'automne ont été réalisés aussi avec grand succès à l'aide des tracteurs. — Dans un rapport intitulé : *Les industries du froid à l'Exposition universelle de San Francisco*, **M. Massé** montre l'état actuel des applications de l'industrie frigorifique. On peut y voir un moyen de régularisation des cours des produits agricoles, le beurre, les œufs, les viandes pouvant désormais être conservés par le froid en parfaite sécurité. Il cite par exemple des volailles, dindes et poulets, consommées 8 ou 9 mois après avoir été tuées, et ayant subi de longs voyages par voie ferrée. Au lendemain de la guerre, on pourrait donc réaliser un afflux de volailles et d'œufs frigorifiés venant de pays très lointains, comme la Chine par exemple. Pourquoi sommes-nous si en retard en ce qui concerne le matériel frigorifique? Construisons donc sans délai. — MM. **A. Gouin** et **P. Andouard** établissent les *conditions actuelles de la production de la viande de porc.* Elles sont très onéreuses et reviennent à un prix de 6 fr. 25 par kilo de poids vif. C'est actuellement un élevage trop onéreux pour se maintenir. Il est donc peu à peu abandonné. On pourrait souhaiter l'interdiction du châtrage des jeunes femelles, pour être assuré de pouvoir rapidement restaurer cet élevage lorsque les conditions alimentaires viendront à changer. — M. **André Leroy** envoie une note *sur les essais des bœufs de travail du Maroc.* Le poids de ces animaux oscille ordinairement entre 400 et 500 kilos. Ils sont moitié moins puissants que nos bœufs limousins. La meilleure alimentation des bœufs des colons européens profite à leur rendement en force. Les bœufs croisés zébus ne semblent pas plus forts que ceux de race pure. — M. **H. Sagnier** entretient l'Académie d'une *Coopérative de culture mécanique en Beauce.* 300 adhérents ont apporté un capital de 80.000 francs; 534 ha. de cultures de céréales ont été cultivés à l'aide de 5 tracteurs. A cette coopérative, dont les résultats ont été appréciés, sont venus se joindre 41 Syndicats d'Eure-et-Loir possédant 74 tracteurs,

et 17 propriétaires possédant 18 tracteurs. C'est un beau succès pour l'idée coopérative. — *La crise du tabac* fait l'objet d'une communication de M. **de Lapparent**. Il y a, à la fois, diminution des importations et des surfaces cultivées en tabac dans notre pays. Notre production indigène a ainsi baissé des 2/5 depuis 1913, malgré les majorations de prix consenties aux planteurs par l'Etat. — M. **J. Dybowski** appelle avec raison l'attention sur *les ressources coloniales et le ravitaillement*. Notre troupeau colonial est intact et n'a pas subi de réduction du fait de la guerre. Et les chiffres de ses effectifs sont plus élevés que ceux du bétail métropolitain. Il y a là pour l'industrie frigorifique un avenir à développer en grand, et non pas avec la parcimonie et la timidité des essais actuels. Il faudrait pourtant cesser de voir là une concurrence à la production métropolitaine. Il n'y a pas autre chose qu'une collaboration qui s'impose actuellement, et aussi pour demain. — M. **Truelle** présente un mémoire où il relate les expériences sur la *variation de la perte de poids et des altérations des poires pendant leur conservation*. La perte de poids est surtout très élevée pendant la première quinzaine. Le producteur a donc intérêt à vendre sa récolte le plus tôt possible. La transformation en poiré, pour fournir le maximum de rendement et de qualité, doit avoir lieu de la 2e à la 3e quinzaine après la récolte. — M. **Michotte** lit une note sur *la protection de la ferme contre l'incendie*. La suppression des causes de feu, les moyens de premiers secours en cas d'incendie, les moyens d'extinction sont classés et passés en revue. L'auteur proscrit l'emploi des extincteurs comme sans efficacité. — M. **Portevin** apporte une idée intéressante qu'il étudie dans son application à une région dévastée par la guerre. Il s'agit du *magasinage en commun des récoltes*. Il vise à suggérer la construction de 3 grands magasins généraux qui remplaceraient 500 installations séparées nécessaires à la rentrée et à la conservation des récoltes à la ferme. Une économie très importante dans les frais de construction et d'exploitation pourrait amener peut-être un abaissement du prix des denrées pour le consommateur, sans réduction du bénéfice du producteur. Jamais les circonstances ne seront aussi favorables à un essai de ce genre. Il faut le tenter. Et il se pourrait bien que ce soit le point de départ d'une réforme capitale dans les habitudes particularistes et peu modernes de beaucoup de nos populations paysannes. Dans une commune rurale, il y a des efforts qui n'ont qu'un rendement dérisoire, et qu'une meilleure adaptation aux conditions nouvelles devrait tripler sans grande difficulté, pour le bien de tous, même des esprits les plus réfractaires aux changements. — *La stérilisation partielle du sol* est une des questions d'actualité en Agronomie : M. **G. Truffaut** apporte des résultats d'expériences personnelles où il a vérifié les accroissements des rendements qu'on obtient lorsqu'on pratique la stérilisation partielle du sol. Il y a plus de 25 ans que cette question a été posée en Alsace par Oberlin, qui a publié une brochure en français, où il s'étend sur l'effet du CS^2. Plusieurs mémoires détaillés ont vu le jour depuis 10 ans, confirmant l'utilité d'assainir biologiquement le sol, de temps à autre, par une stérilisation partielle. Plus de 330 mémoires sur le sujet sont mentionnés, en 1916, par les auteurs qui se sont occupés de la Protozoologie et de la Microflore concernant la stérilisation et la fertilisation du sol. Il n'est donc pas prématuré de considérer cette question, qui appelle en effet des applications encore ignorées de beaucoup d'agronomes. Cette question se relie naturellement à celle de l'intoxication du sol par l'effet naturel des cultures. Les terres les plus anciennement cultivées se sont modifiées biologiquement au hasard des concurrences et des procédés culturaux. Les stériliser partiellement, c'est nettoyer la machine encrassée par son propre fonctionnement. Les essais poursuivis à Rothamsted, en 1909, accusaient des augmentations de rendement de 14 à 58 o/o. Le travail d'ammonisation, comme nous l'avons indiqué ailleurs[1], peut s'accroître de 1.900 o/o en 9 jours, avec le toluène employé comme antiseptique. Il est curieux de constater que ces données, qui sont classiques et enseignées, arrivent seulement aujourd'hui à la connaissance de la presse agricole en France. Dans ses expériences, faites sur plusieurs hectares, M. Truffaut obtient les meilleurs résultats avec le sulfure de carbone émulsionné et le sulfure de calcium à 500 kilos à l'hectare. Il enregistre de 100 à 200 o/o d'augmentation de rendement. Il faut employer des sulfures purs. Des carbures aromatiques solides, et des carbures aromatiques huileux, ont aussi donné de bons résultats. La stérilisation partielle agit en favorisant la germination, en modifiant les travaux biologiques qui incombent à la microflore du sol, en détruisant beaucoup de parasites. Elle réalise en somme un assainissement hygiénique de la terre qui est très favorable au rendement cultural. Il reste d'ailleurs beaucoup à étudier, sur ce sujet, pour établir les modalités d'action les plus pratiques et les plus économiques. Il faut aussi élucider les détails du mécanisme scientifique de cette action complexe; plusieurs stations agronomiques étrangères poursuivent leurs études pour les préciser. Dès maintenant, la pratique peut utiliser les connaissances acquises. — *Les problèmes agricoles en Alsace-Lorraine* sont étudiés par M. **A. Souchon**. Une première question est celle de savoir si ce pays gardera les 400.000 immigrés allemands qui représentent une main-d'œuvre complémentaire de celle des 1.800.000 Alsaciens-Lorrains. L'auteur propose de garder aux immigrés leur nationalité allemande et de ne pas les expulser. Pour la culture des céréales, du tabac et du houblon, il ne semble pas qu'on trouve là des difficultés qui soient notables. Pour le vignoble, il pourrait diminuer d'importance en plaine, dans les parties qui produisent des vins ordinaires un peu acides. — M. **Massé**, qui vient d'enquêter sur l'*élevage et le troupeau d'Alsace-Lorraine*, montre que ce pays doit demander à la France du bétail. Il lui manque 100.000 chevaux et 200.000 bovins. Les races françaises vosgienne et montbéliarde peuvent convenir, et nous pouvons aussi vendre en Alsace des taureaux de la race Simmenthal. Toute mesure générale prise pour assurer la restauration du cheptel vivant des fermes françaises devra être appliquée aussi à l'Alsace. — M. **Emile Mer** donne le résultat d'expériences sur l'*influence de la grosseur des arbres sur l'efficacité des éclaircies*. Ces expériences ont duré 25 ans, ce qui est appréciable, même pour une question d'Economie forestière qui exige généralement de longs délais. La conclusion générale, basée sur des statistiques biométriques, c'est que la croissance des plus jeunes sapins, faisant partie de l'effectif du peuplement, a été particulièrement activée par l'éclaircie : cette dernière doit donc être entreprise bien plus tôt qu'on ne le fait d'habitude dans la pratique forestière. Si on veut rapprocher le résultat ainsi obtenu des faits de sociologie générale, on voit qu'il vérifie la loi suivante : ce sont les plus faibles et les plus jeunes qui sont appelés, plus que les autres, à bénéficier des changements favorables à l'alimentation et à la croissance du groupe social. Le jeune individu est, en effet, celui qui est le plus opprimé dans sa croissance, par la concurrence des forts et des adultes, là où jouent exclusivement les facultés instinctives.

Ed. GAIN.

1. E. GAIN : *Précis de Chimie agricole*, p. 253.

Le Gérant : Octave DOIN.

Sens. — Imp. LEVÉ, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 4 28 FÉVRIER 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Edouard Bureau. — Ed. Bureau, décédé à Paris le 14 octobre 1918, était Professeur honoraire du Muséum et membre de l'Académie de Médecine.

Né dans cette ville de Nantes où se formèrent tant de sagaces observateurs de la Nature, élevé dans un milieu de savants tels que J. Lloyd, Letourneux, etc., dirigé d'abord, par tradition de famille, vers l'Ecole de Médecine, il put, sans s'écarter beaucoup de la voie qui lui était tracée, se consacrer de bonne heure à l'étude des Sciences naturelles, qui exerçait sur lui un invincible attrait.

De l'Ecole de Médecine de sa ville natale, Ed. Bureau vint suivre à Paris les cours de la Faculté et il entrait bientôt dans le Laboratoire créé et dirigé par Payer. C'est sous la direction de ce maître éminent, auteur du Traité d'Organogénie végétale, qu'il s'habitua, dans ses premiers travaux de Botanique, à l'analyse minutieuse et à l'observation méthodique.

Encore jeune étudiant, il fut avec quelques autres le fondateur de la Conférence Buffon, et en 1855 il contribuait à la création de la Société Botanique de France, dont il devait plus tard exercer plusieurs fois la présidence.

Arrivé au terme de ses études médicales, il soutenait une thèse intitulée : *La famille des Logamines et les plantes qu'elle fournit à la Médecine.* Dans ce premier travail, ses qualités de botaniste s'affirmaient avec une telle netteté que, malgré sa jeunesse, un de ses juges n'hésitait pas à le recommander à P. de Candolle comme rédacteur du Prodrome.

Il entreprenait bientôt l'étude de la famille des Bignoniacées et il en tira le sujet de sa thèse de Doctorat ès sciences (1864).

En 1872, il succédait à Tulasne comme aide naturaliste de Brongniart au Muséum et, deux ans après, le vote des Professeurs de l'établissement le désignait au choix du Ministre pour la chaire de Botanique systématique (classification et familles naturelles des plantes), autrefois illustrée par les Jussieu et dont il resta le titulaire pendant 31 années.

Pendant cette longue période, Ed. Bureau reprit, pour les étendre, ses précédentes études sur les Bignoniacées, puis il entreprit et publia de nombreuses études sur les plantes exotiques que les voyageurs rapportaient de notre domaine colonial naissant.

Il ne manqua pas d'entrevoir la nécessité de l'établissement de la flore de nos colonies et, s'il n'eut pas la possibilité d'en entreprendre la publication, il eut du moins le grand mérite de rassembler peu à peu les matériaux d'études nécessaires pour la préparer. Il réunit aussi une foule de produits végétaux (bois, textiles, caoutchouc, etc.), qui devaient dans sa pensée constituer le fonds d'une exposition particulièrement suggestive, mais dont les éléments, victimes de vicissitudes diverses, attendent encore de meilleurs jours dans une galerie inaccessible d'un bâtiment désaffecté.

Soucieux d'enrichir les collections du Muséum, il réussit à faire rentrer dans l'établissement où il avait été formé l'herbier Lamarck, que des héritiers besoigneux avait cédé à un professeur de l'Université de Rostock.

Dans sa longue carrière de Professeur de Botanique au Muséum, Ed. Bureau eut l'occasion d'entreprendre et de mener à bien des études très diverses de morphologie, de taxinomie et même de physiologie et de tératologie. Ses travaux sur les applications médicales des plantes lui valurent en 1901 le titre envié de membre de l'Académie de Médecine.

Fidèle disciple de Brongniart, Ed. Bureau manifesta de bonne heure une prédilection marquée pour la Paléobotanique. Il avait compris que la Botanique, malgré tout l'intérêt qu'elle présente, ne pouvait être qu'une science incomplète si, au monde des plantes actuelles, ne venaient se rattacher les flores éteintes dont l'étude peut seule éclairer la filiation des formes végétales, déceler de nouveaux chaînons entre des groupes actuellement dépourvus de liens apparents et surprendre comme sur le fait, à travers les phases de l'existence du globe, l'apparition progressive des plantes qui en font aujourd'hui la parure. Mais il savait bien aussi que, pour cette étude des plantes fossiles, réduites souvent à des fragments épars ou à des empreintes, l'expérience consommée d'un botaniste rompu à son métier

est indispensable, et il ne se consacra entièrement à l'étude de la Paléobotanique que le jour où il put se dire que ses travaux antérieurs de Botanique avaient mis dans ses mains une arme puissante lui permettant d'attaquer et de résoudre les problèmes si divers et si particulièrement hérissés d'inconnues que présente l'étude des flores éteintes.

Il s'efforça de compléter les collections de fossiles végétaux recueillis par Brongniart et constitua ainsi au Muséum, avec l'aide de Bernard Renault dont on connaît l'œuvre importante, une mine incomparable de documents et de matériaux d'étude.

En même temps, il rassemblait une belle bibliothèque personnelle de Paléobotanique, qui devait, dans sa pensée, rejoindre et compléter un jour au Muséum les riches collections de fossiles qu'il avait contribué à y réunir.

Soucieuse de satisfaire un désir si souvent exprimé, sa famille vient de remettre généreusement la bibliothèque de Paléobotanique d'Ed. Bureau au Muséum d'Histoire naturelle, qui se trouve par ce fait admirablement outillé pour l'étude des végétaux fossiles. Il manque malheureusement un service spécial de Paléobotanique. De tels services existent dans tous les grands centres scientifiques et le signataire de ces lignes en a visité à l'Université de Tokio; mais le Muséum d'Histoire naturelle, berceau de la Paléobotanique, en est encore privé !

Les travaux publiés par Ed. Bureau sur les plantes fossiles sont assez nombreux et beaucoup se rapportent au bassin houiller de la Basse-Loire. Il profita des loisirs de la retraite pour rassembler des matériaux recueillis depuis de nombreuses années sur la flore fossile de cette région en un ouvrage considérable intitulé : *Le Bassin houiller de la Basse-Loire*, publié de 1910 à 1914 et ne comprenant pas moins de 3 volumes in-4° avec 80 planches représentant presque toutes des fossiles végétaux recueillis dans l'étendue de ce bassin houiller.

Profondément attaché à son pays d'origine, Bureau avait tenu à lui consacrer son dernier travail, fruit de longues années de recherches dans la région.

Henri Lecomte,
de l'Institut.

§ 2. — Physique

Une nouvelle théorie des rapports de la gravitation et de l'électricité. — M. Einstein a présenté il y a quelque temps à l'Académie des Sciences de Berlin[1], de la part de M. Weyl, une nouvelle théorie, qui paraît assez remarquable, des rapports entre les champs électro-magnétique et gravitationnel. Voici, d'après *The Observatory* (nov. 1918), quelques indications générales sur cette théorie, qui aura des retentissements éloignés si l'auteur parvient à surmonter les difficultés de calcul qui se présentent dans son développement et ses applications.

Weyl part des considérations suivantes : La théorie du champ de gravitation d'Einstein se fonde sur la géométrie non-euclidienne de Riemann. Mais celle-ci n'est pas la géométrie la plus générale qu'on puisse concevoir; en réalité, elle implique une certaine limitation qui semble quelque peu illogique. Si on supprime cette dernière, on trouve que l'espace non-riemannien résultant est caractérisé, non seulement par la propriété qu'on a interprétée comme champ de gravitation, mais par quelque chose d'autre qui se présente avec toutes les propriétés bien connues du champ électromagnétique. Ainsi la théorie de Weyl étend aux forces électromagnétiques ce qu'Einstein a accompli pour la gravitation; toutes deux sont réduites à une description métrique de l'espace et du temps.

A la base de la théorie d'Einstein, on sait qu'il existe une quantité ds, correspondant à deux points (évènements) voisins et appelée l'intervalle qui les sépare, qui peut être mesurée d'une façon absolue; ainsi il n'est pas nécessaire de spécifier le mouvement de l'observateur qui la mesure. Si les deux points P_1, P_2 ne sont pas rapprochés, il faut les relier par une série de points intermédiaires; la mesure de l'intervalle implique alors une intégration, et en général le résultat dépendra du trajet choisi. Ainsi, quand on exprime ds en centimètres, on le compare virtuellement à un intervalle-type défini une fois pour toutes en un lieu et en un temps éloignés. Or il semble illogique de faire cette comparaison à distance, étant donné que, pour relier P_1 et P_2, il faut procéder par la méthode pas à pas. On doit comparer ds avec l'intervalle-type en transférant cet intervalle par une série d'étapes conjuguées (comme une triangulation géodésique); et il peut arriver que le résultat de la comparaison dépende du trajet suivi.

C'est en admettant cette dernière possibilité que la théorie de Weyl diffère de celle d'Einstein. D'après lui, quoiqu'on puisse faire un levé relatif des environs d'un point, l'échelle absolue de la carte est arbitraire, parce qu'il n'y a pas qu'une facon unique de la comparer avec l'étalon éloigné. Le multiplicateur arbitraire γ implique clairement une intégrale linéaire prise le long du trajet par lequel nous cheminons pour atteindre l'intervalle étalon, et l'auteur montre que les quatre fonctions qui apparaissent comme coefficients de dx, dy, dz, dt dans l'intégrale linéaire peuvent être interprétées comme les quatre potentiels du champ électromagnétique. Quand les forces électriques et magnétiques s'évanouissent, $d\lambda$ est une différentielle totale, de sorte que λ est indépendant du chemin d'intégration, et le caractère distinctif de la théorie de Weyl disparaît. La géométrie d'Einstein n'est donc valable qu'en l'absence d'un champ électromagnétique.

Le résultat de Weyl peut être grossièrement représenté sous la forme suivante : le résultat de la mesure dépend des forces électriques et magnétiques qui ont agi sur les échelles et les pendules depuis qu'elles ont été comparées pour la dernière fois avec les étalons. Il est clair que cette conclusion a une portée immédiate pour le déplacement des lignes de Fraunhofer dans le Soleil. D'après Einstein, le temps gardé par un atome sur le Soleil peut être comparé immédiatement (en théorie) avec le temps gardé par un atome semblable sur la Terre. D'après Weyl, il faut remonter pas à pas dans leur histoire jusqu'à ce qu'on trouve les deux atomes ensemble dans quelque milieu primitif, et tenir compte des forces électromagnétiques différentes qui ont agi sur eux. L'atome actuellement au repos sur le Soleil a subi un sort différent sur un point essentiel; sa grande vitesse de chute a été détruite par des rencontres avec d'autres atomes. Les forces électriques de ces rencontres ont-elles apporté une contribution systématique à λ, de sorte que le garde-temps moyen des atomes solaires diffère systématiquement de celui des atomes terrestres ? On ne peut actuellement que faire des suppositions sur ce point; mais de cette façon le résultat négatif de St. John pourrait être expliqué. D'autre part, l'explication due à Einstein du mouvement du périhélie de Mercure n'est pas sensiblement affectée par la modification proposée, car le champ électromagnétique ne semble pas intervenir dans ce cas.

Beaucoup de recherches devront être poursuivies avant que la nouvelle théorie puisse être soumise à l'épreuve expérimentale. Actuellement, elle se recommande surtout par son appel à la logique. Quoique le traitement des équations électromagnétiques soit l'un des traits les plus élégants de la théorie d'Einstein, le fait subsiste que le vecteur électromagnétique est quelque chose d'étranger; il n'y a aucune raison pour supposer l'existence d'un tel vecteur, et aucune pour qu'il n'en existe qu'un seul. Il est donc particulièrement intéressant d'obtenir une explication du champ électromagnétique, non par l'*introduction*, mais par la *suppression* d'une hypothèse artificielle.

1. *Sitzungsber. der Berlin. Akad.*, n° du 30 mai 1918.

Influence des diélectriques sur les potentiels disruptifs. — M. E. R. Wolcott[1] a établi que, sous certaines conditions, la présence d'un diélectrique entre les deux électrodes d'un éclateur abaisse le potentiel disruptif.

Le phénomène présente un certain intérêt pratique pour la précipitation électrique des poussières et des fumées contenues dans les gaz, parce qu'il entraîne une diminution de la différence de potentiel qui peut être maintenue entre les électrodes, au détriment du rendement de l'opération. On sait[2] que la précipitation des fumées contenues dans un gaz s'effectue en faisant circuler le gaz dans le champ électrique établi entre une électrode de faible surface, généralement filiforme (*électrode de décharge*), et une électrode de grande surface (*électrode collectrice*), cylindre concentrique ou plan-parallèle à la première : les fumées repoussées par l'électrode de décharge se précipitent sur l'électrode collectrice. On avait reconnu que, dans certains cas, le rendement de l'opération devient de moins en moins bon à mesure que les poussières s'accumulent sur l'électrode collectrice, sans pouvoir expliquer cette diminution. On n'avait pas interprété davantage l'influence favorable qu'exerce l'humidité.

Les mesures de potentiels disruptifs effectuées par M. Wolcott se rapportent à un éclateur constitué par une pointe et un plateau. Les résultats sont analogues avec un fil et un cylindre. La valeur absolue du potentiel de décharge varie grandement suivant que la pointe est positive ou négative ; elle tombe de 120.000 volts, pour une pointe négative, à 45.000 volts, pour une pointe positive. Dans ses essais, M. Wolcott a pris un éclateur dont la pointe était négative par rapport au plateau (mis au sol), la distance de la pointe au plateau étant de 6 cm.

L'influence qu'exerce sur le potentiel disruptif la présence d'un diélectrique interposé au voisinage du plateau est mise nettement en évidence par les mesures suivantes :

Nature du diélectrique	*Potentiels disruptifs*
pas de diélectrique	120 kilovolts
mica	50
soufre	50
coton de verre	50
papier filtre	90
amiante	100
papier à écrire	118
papier à écrire plissé	90

Le diélectrique interposé prend une charge électrique considérable. Ainsi le mica peut fournir une étincelle assez forte après avoir été retiré du champ. Si on empêche cette électrisation de se produire, en mettant la masse du diélectrique en communication avec le sol, soit directement, soit, si le diélectrique est pulvérulent, en l'humectant d'eau, l'abaissement du potentiel disruptif disparaît.

L'abaissement dépend de la position du diélectrique, comme le montrent les mesures suivantes effectuées avec une lame de mica interposée entre la pointe et le plateau :

Position du mica	*Potentiel disruptif*
pas de mica	120 kilovolts
mica près de la pointe	122
mica à égale distance de la pointe et du plateau	122
mica près du plateau	65
id	50

Il suffit d'une quantité assez faible du diélectrique pour produire l'abaissement du potentiel disruptif. Avec une poussière contenant 20 % de soufre, les résultats ont été les suivants :

Densité du dépôt	*Potentiels disruptifs*
0 mg par cm²	130 kilovolts
0,91	120
5,74	74
8,78	60
19,14	50

L'influence de l'humidité, qui rend le diélectrique conducteur, est très nette. Dans le cas précédent, une proportion de vapeur d'eau, dans le dépôt, de 2,9 % fait disparaître l'abaissement. Avec des poussières d'oxyde de zinc, il suffit d'une proportion de vapeur d'eau de 1 % pour le supprimer.

En résumé, le diélectrique disposé au voisinage du plateau ou sur le plateau d'un éclateur pointe-plateau dont la pointe est négative, peut prendre une charge électrique positive dont le potentiel soit suffisant pour ioniser le gaz environnant et le rendre conducteur : la décharge passe ainsi plus facilement, d'où une diminution du potentiel disruptif. Le phénomène est plus net quand la subtance est à l'état divisé ou possède une certaine porosité. La vapeur d'eau tend à le contrarier ; dans une atmosphère humide, la plupart des diélectriques n'abaissent pas le potentiel disruptif.

A. B.

§ 3. — Chimie

La réduction de l'acide formique et la production d'aldéhyde formique et d'alcool méthylique aux dépens des formiates. — On a préconisé dans de nombreuses communications et brevets la préparation de l'aldéhyde formique et de l'alcool méthylique par réduction de l'acide formique au moyen de l'hydrogène dans les conditions expérimentales les plus diverses. MM. K. A. Hofmann et H. Schibsted[1], qui viennent de reprendre l'étude de cette réaction, n'ont jamais réussi à obtenir plus de 4 % du rendement théorique et estiment que les indications contraires de la littérature chimique doivent être rayées.

Par contre, ils ont reconnu que les formiates métalliques sont susceptibles, à un degré qui dépend de la nature du métal, de fournir de l'aldéhyde formique suivant la réaction : $2H.CO^2M = M^2CO^3 + CH^2O$. La température à laquelle le formiate commence à dégager un courant continu de gaz est en général d'autant plus élevée que l'oxyde métallique est plus basique. Voici quelques-unes des températures relevées par les auteurs : Cu, 170° C.; Pb, 195°-200°; Ni, 210°; Zn, 240-245°; Fe, 245°-250°; Mn, 295°-300°; Ba, 325°; Ca, 335°; Mg, 340°-345°; Sr, 355°; Li, 355°; Na, 355°; K, 375°.

L'aldéhyde formique produite subit, suivant la nature du résidu métallique, des transformations diverses dont la plus importante est sa transformation en alcool méthylique et acide formique. La vapeur d'acide formique, avec ou sans hydrogène, donne $CO + H^2O$ ou $CO^2 + H^2$ lorsqu'on la fait passer sur un catalysateur chimiquement inerte à une température suffisamment élevée. On obtient, par contre, des quantités considérables d'aldéhyde formique et d'alcool méthylique si le catalysateur et la température de réaction sont choisis de telle façon qu'il ne se forme pas de formiate. Les auteurs recommandent dans ce but l'oxyde de zinc et la thorine.

Fabrication d'huile de palme neutre. — Le Palmier à huile[2], une des richesses de nos possessions de l'Afrique occidentale, spécialement du Haut-Sénégal, donnait jusqu'à présent une huile acide, dont le degré

1. E. R. Wolcott : *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 284-292 ; octobre 1918.
2. Voir F. Michel : La précipitation électr. des fumées et des poussières. *Revue gén. des Sc.*, t. XXIX, p. 456 ; 15-30 août 1918.

1. *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, t. LI, p. 1389 et 1398.
2. L'huile de palme est extraite de la pulpe externe charnue du fruit de l'*Elæis guineensis*. L'amande extraite du noyau central donne l'huile de palmiste.

d'acidité augmentait rapidement avec le temps; si bien que, pratiquement, on ne pouvait trouver dans le commerce que des huiles de palme très acides.

Deux inconvénients en résultent : cette huile a un goût et une odeur forte qui lui permettent difficilement d'entrer dans la composition des aliments pour l'homme. De plus, par son traitement industriel, elle ne pouvait donner en sous-produit qu'une faible quantité de glycérine. Ces deux inconvénients sont de première importance, étant donnée la consommation actuelle de graisses végétales alimentaires et de glycérine.

M. Paul Ammann, chef du Service des Laboratoires du Jardin colonial et de la Mission des Recherches industrielles en Afrique Occidentale Française, vient d'indiquer une méthode de préparation de l'huile de palme qui permet d'obtenir un produit pratiquement tout-à-fait neutre et capable de se conserver sans altération ultérieure. Cette méthode, élaborée après de nombreuses recherches poursuivies à Paris et sur place dans les diverses colonies de l'A. O. F., brise une des pierres d'achoppement de l'utilisation de l'huile de palme. La préparation en est même simplifiée. La question de l'huile de palme va ainsi entrer dans une phase nouvelle, puisque l'industrie peut considérer comme immédiatement applicables les résultats obtenus par M. Ammann.

Jusqu'à présent, l'extraction de l'huile de palme était presque entièrement pratiquée par les indigènes, qui effectuaient en principe les opérations suivantes :

Les fruits du palmier à huile, abandonnés en tas à la fermentation, sont ensuite cuits plusieurs heures dans l'eau. Le péricarpe charnu, dissocié par la fermentation et la cuisson, laissé à macérer encore dans l'eau de cuisson, est pilonné et foulé aux pieds : l'huile vient se réunir à la surface de l'eau, on la recueille et on la fait bouillir plusieurs heures.

En pratique, on n'obtient ainsi que des huides acides à 12 ou 15 °/₀ d'acides gras libres, environ, c'est-à-dire dont l'hydrolyse des glycérides est à un état avancé. Pendant les transports ultérieurs jusqu'en Europe, cette acidification se poursuit pour atteindre 20 à 50 °/₀ (et même davantage) d'acides gras libres.

Dans une fabrication plus soignée, les indigènes font bouillir les fruits dès leur récolte : ils apprécient le goût de cette huile, réservée à leur consommation et dont l'acidité est plus faible.

M. Ammann, après de nombreuses observations, a pensé que dans l'huile de palme fraîche, c'est-à-dire obtenue avec des fruits frais en dehors de toute action de ferments figurés ou non figurés, la quantité d'acides gras libres pouvait être assez faible pour être pratiquement négligeable.

Poursuivant la vérification de cette hypothèse dans des essais effectués au Jardin d'essais de Bingerville, il a obtenu avec des fruits mûrs naturellement (sans fermentation en présence d'eau), et traités aussitôt, des huiles dont l'acidité pouvait descendre à 0,35 °/₀. L'acidité était dans tous ces essais en fonction directe du temps pendant lequel les fruits ont été abandonnés à la fermentation, même très légère. D'autre part, les fruits à maturité très avancée présentent, surtout à leur base, un commencement de pourriture sensible. De tels fruits donnent des huiles très acides.

L'auteur a décrit en détail les expériences qui lui ont permis de suivre ces phénomènes [1]. De toutes les constatations faites, il résulte que, sans l'emploi de produits chimiques ni d'appareil compliqué, avec un peu de soin et de méthode, on peut obtenir de l'huile de palme neutre.

Les régimes récoltés doivent être immédiatement portés entiers à l'huilerie; on ne doit procéder à l'égrenage des fruits qu'au moment de les mettre en travail, les traiter aussitôt par la vapeur et les presser. Le traitement des régimes entiers à la vapeur présente au point de vue industriel des avantages : les fruits se détachent plus facilement et on détruit plus tôt les enzymes qui commenceraient l'hydrolyse des glycérides si les fruits étaient détachés au préalable.

L'huile de palme obtenue allait-elle conserver sa précieuse propriété d'avoir peu d'acides gras libres ? La réponse est donnée par les expériences poursuivies pendant plus d'un an : les huiles préparées à Bingerville et filtrées ont donné les résultats suivants au moment de la préparation, après six mois et après un an :

huile 1 A (filtrée sur papier),	0,60 [1]	0,71	0,74
1 B (simplement décantée)	0,60	1,10	»
2 (filtrée sur papier)	0,38	0,38	0,40

Ces nombres montrent que les huiles de palme bien préparées selon les précautions indiquées et filtrées ne s'altèrent qu'avec une extrême lenteur.

Voici donc bien établis les faits qui confirment l'hypothèse que, dans l'huile de palme fraîche, c'est-à-dire obtenue avec des fruits frais en dehors de toute action des ferments figurés ou non figurés, la quantité d'acides gras libres peut être assez faible pour être pratiquement négligeable. De plus, le traitement par la chaleur des fruits au moment de la récolte empêche pratiquement toute acidification spontanée ultérieure de l'huile.

Avant la guerre, l'Europe importait 200.000 tonnes d'huile de palme, d'après les évaluations du Rapport de la Section des oléagineux du Congrès d'Agriculture coloniale de Paris en 1918.

Si l'on applique rapidement à l'exploitation de l'*Elæis guineensis* les résultats obtenus par M. Ammann, on voit quelle immense production d'huile de palme neutre l'industrie peut envisager. Il n'est d'ailleurs guère douteux que de nouvelles huileries importantes puissent se monter en Afrique Occidentale, puisqu'elles peuvent désormais livrer un produit plus recherché, partant mieux payé par les industries européennes.

La possibilité de faire de l'huile de palme neutre ne contribuera pas peu à faire du palmier à huile la plante qui sera, selon une expression de M. Chevalier en 1910, « la plante oléagineuse la plus précieuse du monde entier ».

L. Rigotard,
Ingénieur-Agronome.

1. Paul Ammann : Recherches sur la fabrication de l'huile de palme neutre. *L'Agronomie coloniale*, sept-oct. 1918.

1. Acidité exprimée en acide oléique °/₀.

§ 4. — Agronomie

La science agronomique aux Etats-Unis. — Les travaux du *U. S. Bureau of Plant Industry* sont un bel exemple de ce que peut la Science appliquée à l'Agriculture. Les deux derniers rapports du directeur de ce Bureau[2] nous montrent, en particulier, ce qui a été fait : pour répondre aux besoins nouveaux créés par la guerre (développement de la culture du ricin), pour la sélection des espèces les meilleures : maïs (Collins[3]), orangers[4], pour la mise en valeur des marais et des *pine-barrens* (par les Ericacées à baies comestibles), et surtout pour la lutte contre les maladies des plantes. Celle-ci se poursuit : 1° par l'étude des relations physiologiques d'hôtes à parasites (Stakman[5], Shear[6]), 2° par la sélection des plantes résistantes[7], 3° par la destruction des hôtes où hiverne le parasite (tiges des groseilliers sauvages et cultivés pour la rouille des Pins, — cer-

2. *Rep. of the Chief of the Bur. of Pl. Ind.* n° 17, oct. 1917 et sept. 1918.

3. Cf *Rev. gén. Sc.*, 15-30 sep. 1917.

4. Citrus fruit improvement... ; bud variation in the Washington navel orange. U. S. *Dept. Agr. Bull.* 623, 22 juil. 1918.

5. Stakman et Piemeisel : Biologic forms of *Puccinia graminis* on cereals and grasses. *J. Agr. Res.*, vol. X, n° 9, août 1917.

6. Spoilage of cranberries after harvest. U. S. *Dept. Agr. Bull.* 714, 9 août 1918.

7. J. H. Parker : Rust resist. of oat varieties. U. S. *Dept. Agr. Bull.* 629, 11 fév. 1918.

tains hybrides d'orangers pour le *Ps. citri* des chancres[1]), 4° par l'emploi judicieux des anticryptogamiques[2]. — La lutte contre les rouilles comporte encore la destruction de l'un de leurs deux hôtes successifs : Epine-vinette pour les Rouilles du blé[3], Genèvrier pour les *Gymnosporangium* des Pomacées, Groseiller pour les *Cronartium ribicola* des Pins blancs.

Les recherches les plus importantes ont exigé la collaboration des Collèges nationaux d'Agriculture et du Bureau of Plant Industry.

J. D.

§ 5. — Physiologie

Le temps de réaction de quelques réflexes chez les oiseaux. — Quand on saisit fortement avec la main les pattes d'une colombe à capuchon et qu'on la fait tourner autour d'un axe transversal, il se produit des mouvements réflexes définis. Quand la tête est dirigée en bas et en avant, la queue se relève et s'étend ; quand la tête est dirigée en haut et en arrière, la queue s'abaisse et les ailes se soulèvent et battent si le mouvement est très prononcé.

MM. R. Dittler et S. Garten[4] ont cherché à déterminer le temps de réaction de ces réflexes, en se basant sur la méthode de Stephan et en se servant d'un appareil permettant une faible inclinaison rapide du corps (produite par une rotation de l'axe de 1° 1/2), l'oiseau étant fixé dans un licou qui laisse toute liberté à la queue et aux ailes. L'instant de l'excitation et le mouvement de la queue étaient enregistrés photographiquement.

Le réflexe d'élévation de la queue chez trois colombes s'est manifesté au bout de 0,026" à 0,0249" ; cette durée était un peu plus longue après décérébration, mais elle redevenait normale 4 jours plus tard. Les auteurs ont trouvé pratiquement la même durée pour le réflexe d'abaissement de la queue. Par contre, la période latente diminuait d'une façon nette (0,01") lorsqu'on substituait l'excitation électrique de la peau de la tête à l'inclinaison du corps. La période de 0,05" après excitation musculaire directe diffère à peine de celle qu'on trouve pour d'autres animaux.

Enfin, les auteurs ont comparé le réflexe de la paupière chez l'homme et la colombe, en se servant aussi de l'enregistrement photographique. Le temps de réaction après excitation électrique et mécanique chez l'homme était d'environ 0,35 à 0,40", tandis que chez la colombe il n'était que de 0,009".

Ces expériences vérifient l'hypothèse de Putter, suivant laquelle un même processus réflexe se déclanche chez l'oiseau avec une bien plus grande rapidité que chez l'homme.

§ 6. — Géographie

La Délimitation des régions économiques françaises. — Dans sa circulaire du 25 août 1917, le Ministre du Commerce soumettait aux Chambres de Commerce un projet de division de la France en 16 régions économiques.

Les bases du projet avaient été établies par M. H. Hauser, professeur à l'Université de Lyon, conformément aux principes posés par Paul Vidal de la Blache[5]. C'est dire que la méthode était bonne ; plusieurs de ces régions sont à l'heure actuelle officiellement constituées, telles Nancy, Bordeaux, Clermont, Limoges, Rouen, Nantes, Toulouse, Montpellier. Pourtant, bien des controverses sont encore à trancher : Nice refuse de se réunir à Marseille ; Besançon, à Dijon ; Chambéry, à Grenoble ; Saint-Etienne, à Lyon ; Nîmes, à Montpellier ; etc. Il n'est donc pas sans intérêt d'examiner en lui-même l'intéressant problème de la délimitation des régions économiques.

Le choix des capitales régionales est facile et ne prête guère à contestation. Ces points de cristallisation sont des nœuds de communication, des lieux d'échange, des marchés entre régions voisines, des zones de grande activité industrielle, de grande densité démographique, de concentration de capitaux, des centres financiers et d'activité bancaire, des centres intellectuels : foyers d'instruction technique et de diffusion de la presse. « Le rôle des grandes cités travailleuses, écrit Paul Vidal de la Blache, est capital dans la formation des régions ; c'est autour d'elles que les moyens de transport canalisent les courants économiques, et ce sont elles qui distribuent le travail dans leur région urbaine, formant des rues usinières et s'entourant d'un essaim de villes neuves. »

La région prend naissance par son centre et non par sa périphérie. C'est la délimitation de celle-ci qui présente la plus grosse difficulté, pour une double raison : l'une, spéciale à notre pays, qui est la variété et la dispersion de l'activité française ; la seconde, d'ordre plus général, qui résulte des transformations industrielles, de la mobilité des courants commerciaux. Cette relativité des divisions se complique encore du fait que chacune des branches d'activité de la capitale régionale correspond à des sphères d'extension de rayons différents, qui chevauchent en partie sur les zones correspondantes de la capitale voisine. Il se produit ainsi des franges d'interférence, sortes de territoires contestés, qu'il faudra répartir entre les régions concurrentes, ou qui obligeront à des groupements interrégionaux, à une fédération de ces régions voisines solidaires.

Le nouveau régionalisme, inspiré uniquement de considérations économiques actuelles, n'a rien de commun avec les anciennes provinces d'avant 1789. Suivant l'expression de M. H. Hauser, il s'agit de géographie économique vivante et non d'archéologie politique. Les arguments historiques n'ont plus de valeur. Il faut faire choix parmi les directives économiques. Les rapports d'approvisionnement s'étendent trop loin avec la rapidité des chemins de fer ; il en est de même de l'activité bancaire. De meilleures indications sont fournies par le rayonnement de la presse régionale et des établissements d'enseignement technique. L'analogie de productions, hormis des cas de localisation exceptionnels, comme l'industrie de la soie dans la région lyonnaise, ne saurait être retenue davantage. Ce sont pourtant les arguments invoqués par Grenoble pour la houille blanche, par Nice pour le tourisme, par Dijon pour la vigne, par Saint-Etienne pour la métallurgie. Comme le remarque M. H. Hauser, à propos de Besançon invoquant son industrie horlogère, il serait impossible de constituer en France autant de régions distinctes qu'il y a de groupes industriels spécialisés. Il semble que la production est plutôt affaire nationale, comme le montre le rôle joué par de puissants groupements tels que le Comité des Forges de France, le Comité des Armateurs ou celui des Houillères.

Le régionalisme économique, sans négliger les intérêts agricoles et industriels, dont les organes débordent généralement le cadre régional, nous paraît justifié surtout au point de vue de la circulation, comme un agent de liaison entre toutes les activités de la région ; la capitale régionale serait comme le cœur d'un organisme dont elle est chargée d'assurer la circulation, soit pour l'alimenter en main-d'œuvre, en énergie, en matières premières, soit pour lui faciliter l'écoulement des objets fabriqués.

Pierre Clerget,

Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

1. C. L. Peltier et D. C. Neat : Overwintering of the citrus canker organism... *J. Agric. Res.*, vol. XIV, n° II, 9 sept. 1918
2. Shear : Endrot of Cranberries. *J. Agr. Research*, Vol. XI, n° 2, p. 40; 8 oct. 1917.
3. Freeman : The common barberry an enemy of wheat. *Univ. Minn. Agric. ext. Divis., Sp. Bull.* 26 et 27, avr. 1918.
4. *Zeitsch. f. Biol.*, t. LXVIII, p. 499-532 ; 1918.
5. Cf. Paul Vidal de la Blache : Régions françaises. *Revue de Paris*, 15 décembre 1910. — P. Vidal de la Blache, C. Bloch, etc. : Les divisions régionales de la France, in-8° ; F. Alcan, 1913. — H. Hauser : Les régions économiques. *Le Fait de la Semaine*, n° 27, 9 novembre 1918, B. Grasset, éditeur.

CE QUE LE TRAITÉ DE PAIX
DOIT EXIGER DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE ALLEMANDES

A l'heure où la question de l'indemnité de guerre à exiger des Allemands fait l'objet de nombreuses discussions dans tous les milieux, un grave problème se pose : le montant des ravages et des destructions de tous ordres que les Allemands ont commis apparaît si élevé que l'on semble admettre déjà, ce dont ils cherchent à tirer le meilleur profit, qu'ils sont incapables de le payer intégralement. Un groupe de techniciens a établi le rapport que nous publions ci-dessous, dans le but de montrer que les ressources réelles de l'Allemagne sont infiniment plus grandes qu'on ne le pense dans les milieux diplomatiques, trop étrangers aux questions techniques et commerciales.

N. D. L. R.

Avant-propos

Lorsque les Allemands ont détruit les usines, les laboratoires, les bibliothèques français et belges, lorsqu'ils en ont emporté le matériel, les plans, les cartons, les modèles, les archives qui constituent la base du travail industriel, il ne s'est pas seulement agi, pour eux, de s'enrichir à nos dépens, de profiter de nos richesses, mais aussi de nous priver de nos moyens de travail, de production. Il y a lieu de s'en souvenir à l'heure actuelle, où, sans priver nos ennemis de ce qui est indispensable à la vie de leur pays, il importe de récupérer le matériel qu'ils nous ont enlevé et de prélever tout ce qui est nécessaire à nos alliés comme à nous-mêmes pour affronter sans désavantage initial la lutte économique de demain.

Toutes ces récupérations, tous ces prélèvements en nature sont susceptibles d'être évalués en espèces et peuvent contribuer pour une part considérable au paiement de l'indemnité de guerre ou, si l'on préfère, des réparations de guerre.

Le présent article a pour but d'établir que :

1° dans le domaine scientifique, agricole et industriel, le travail accumulé, les connaissances acquises de l'Allemagne dans tous les domaines représentent des possibilités formidables, dont une partie est immédiatement disponible ;

2° une organisation simple permettrait d'en faire bénéficier les Alliés dans un délai très court et par suite avec le maximum d'effet utile.

Dans le cas où nos ennemis n'accèderaient pas à nos demandes, l'emploi de la force serait tout à fait justifié, les Allemands ayant prouvé par leurs actes qu'ils considéraient de telles prises comme parfaitement légitimes.

I. — Considérations générales

Principe et montant de l'indemnité. — Tous les Alliés européens acceptent le principe que les Puissances centrales doivent payer les frais de la guerre jusqu'à la limite de leurs possibilités. Les Alliés se proposent de nommer une Commission d'experts chargés d'examiner la meilleure procédure pour exiger des indemnités, ces indemnités ayant trait aussi bien à la réparation des dommages de guerre qu'au réglement des dépenses proprement dites de celle-ci.

On ne dispose pas à l'heure actuelle d'éléments d'appréciation suffisants pour fixer le total de l'indemnité due par nos ennemis ; mais il ne paraît pas possible d'admettre que ce total soit inférieur à 600 milliards.

Si énorme que paraisse cette somme, les Alliés peuvent l'exiger, et l'Allemagne peut la payer. Il suffit, pour cela, de ne pas considérer uniquement le *capital matériel* de l'Allemagne (argent, matières premières, produits manufacturiers), mais encore son *capital travail acquis* (brevets, documentation de toute nature, etc.), également susceptible d'une évaluation monétaire et infiniment plus important que le premier, puisque celui-ci en découle.

Eléments constitutifs de l'indemnité. — En résumé, les Allemands sont à même de nous fournir :

1° Une indemnité en *argent*, payable immédiatement ou par annuités, gagée par des taxes sur les matières premières allemandes, etc...

Ainsi une taxe de 10 francs par tonne de houille, dont l'extraction chez nos ennemis dépasse 200.000.000 de tonnes par an, fournirait une annuité de 2 milliards de francs. Il n'y aurait pas là une innovation, puisqu'il existe déjà sur tout minerai extrait du sol allemand un droit de 2,5 % *ad valorem* perçu au profit de l'Empire.

Toutefois il n'est pas intéressant que cette indemnité soit très élevée. Ce qui importe à l'heure actuelle, c'est moins de recevoir de l'argent — instrument d'échange — que du matériel, des objets de consommation (machines, produits manufacturés) et surtout les moyens (méthodes, procédés) permettant d'en fabriquer nous-mêmes.

Supposons, en effet, pour aller à l'extrême, que l'indemnité allemande soit uniquement versée en espèces. Cet argent ne permettrait de se procurer que peu de choses, les marchandises étant rares; le prix de la vie monterait en conséquence. La Hollande, depuis 1916, a fourni un exemple typique de cette loi d'économie politique, renouvelant une fois de plus l'exemple éternel des galions d'Espagne.

2° Tous les objets, mobiliers, œuvres d'art, etc..., tout le matériel technique et industriel, tous les produits destinés à remplacer ceux qui ont été détruits ou volés, et qu'une indemnité en argent ne pourrait compenser.

3° Une contribution sous forme d'objets de toute nature (matières premières, etc...), livrables immédiatement ou par annuités, et constituant la fraction « *paiements en nature* » de l'indemnité de guerre.

Ce point a aussi été maintes fois signalé. C'est en effet la seule manière de nous procurer rapidement les appareils, les objets, les produits que l'Allemagne ne manquerait pas de nous vendre ensuite pour nous permettre d'équiper ou de compléter nos usines, nos instituts techniques, nos bibliothèques et offices de documentation, en un mot de travailler. Notre industrie devra, en effet, assurer tant de fabrications indispensables à nos besoins immédiats que, sans cette mesure, il faudra nous adresser à l'industrie étrangère, allemande même, aux capacités de production actuellement intactes et considérables, dont nous resterions ainsi tributaires pendant de longues années.

4° Enfin, et surtout des prélèvements, représentant des sommes considérables et visant plus spécialement le capital travail acquis allemand : c'est le seul moyen, pour la France et les Alliés, de se libérer de la domination économique allemande.

But de la présente étude. — La présente étude a précisément pour but de faire connaître un certain nombre de ces récupérations et prélèvements frappant, dans le *domaine technique, agricole et industriel*, le travail acquis de nos ennemis; elle indique, en outre, les conditions, qui doivent permettre de réaliser ces opérations dans le minimum de temps, c'est-à-dire avec le maximum d'effet utile.

Il importe de bien insister sur le fait que toutes les récupérations, tous les prélèvements dont il va être question peuvent être évalués en francs et contribuer ainsi au paiement de l'indemnité de guerre. Ces prélèvements ne consistent pas à enlever aux Allemands ce qui est absolument nécessaire à leur industrie : ils leur retireront seulement la supériorité industrielle et commerciale qu'ils possédaient incontestablement avant la guerre.

Ainsi, cette manière d'opérer ne permettra pas à nos ennemis de prétendre que notre but est de les affamer, de supprimer leur droit de vivre ; en même temps, elle frappera les véritables responsables, à tous les degrés, de la guerre actuelle : capitalistes, industriels, commerçants, professeurs, qui s'étaient lancés joyeusement en 1914 à la conquête du monde.

II. — Sur la nature de quelques récupérations et prélèvements

Causes de la puissance technique allemande. — On peut l'attribuer à quatre causes principales :

1° Qualité des procédés employés;

2° Qualité du matériel utilisé;

3° Qualité de l'organisation commerciale;

4° Qualité et nombre du personnel chargé d'étudier, de mettre au point et de diriger les fabrications, et abondance des moyens d'étude et de réalisation mis à sa disposition.

Tous ces facteurs se traduisent matériellement par des organisations, des documents, des appareils, des produits qui peuvent et doivent entrer en ligne de compte dans le règlement de l'indemnité.

§ 1. — Les procédés de fabrication (brevets, etc...)

Importance des brevets allemands. — La législation spéciale des brevets allemands a permis à nos ennemis de perfectionner, souvent aux dépens des étrangers, leurs procédés de fabrication. L'examen préalable, qui oblige le déposant à fournir les détails les plus circonstanciés, quand ce n'est pas à donner des échantillons ou des pièces fabriquées, documentait trop souvent les industriels allemands.

Or beaucoup de procédés allemands couverts, pour la plupart, par des brevets représentent actuellement des intérêts considérables :

Le procédé Haber (ammoniac synthétique), monté par la Badische Anilin und Soda Fabrik, fournit par an plus de 500.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque, représentant une valeur de plus de 300 millions de francs au cours actuel (il n'est pas question ici des autres procédés de fixation de l'azote, dont la production annuelle dépasse de beaucoup ce chiffre).

De même, les brevets exploités par les grosses firmes allemandes de produits chimiques ont permis à celles-ci de recueillir des bénéfices énormes.

Voici, par exemple (cf. *Cote de la Bourse et de la Banque*, 7 mai 1918), les dividendes distribués dans les deux dernières années par toutes les entreprises appartenant au Trust allemand de l'industie chimique, dont le capital était, au 1er mai 1918, de 383 millions de marks (à l'exception de l'une d'elles dont les résultats ne sont pas parvenus à notre connaissance) :

	Capital ancien (en millions de marks)	Capital actuel (en millions de marks)	Dividende 1916 (en %)	Dividende 1917 (en %)
Höchste Farbenwerke..	54	90	25	18
Badische Anilin.....	54	90	28	20
Couleurs Bayer	54	90	28	20
Cassella	30	45	non parvenu	
Treptow.....	19,8	33	25	18
Griesheim	16	25	22	16
Welter-ter-Meer.....	8	10,4	12	12

On pourrait multiplier à l'infini de tels exemples, même pour des industries en apparence beaucoup plus modestes.

La contribution des brevets allemands, et son évaluation. — Aussi la possession de certains brevets allemands, et la connaissance exacte des conditions de fabrication d'un grand nombre de produits non encore préparés en France, devraient être exigées.

Nous ne ferions qu'appliquer aux Allemands le traitement qu'ils voulaient nous imposer, quand ils annonçaient que leurs conditions de paix comprendraient l'expropriation, à leur avantage, des brevets français qu'ils jugeraient intéressants.

Remarquons que l'Etat allemand a déjà réquisitionné et exproprié pour ses besoins un certain nombre de brevets allemands. Il n'y aurait qu'à le contraindre à généraliser cette mesure et à nous remettre les brevets qui lui seraient indiqués. *Toute la documentation ainsi prélevée peut être évaluée en espèces*, comme des licences d'exploitation de brevets, et contribuer au paiement de l'indemnité de guerre. L'Etat français, devenant propriétaire de ces licences pour la France, pourrait en concéder l'exploitation à ses nationaux dans des conditions faciles à déterminer.

Le dépôt des brevets allemands, depuis 1914. — Signalons, en outre, qu'au cours du pillage des établissements techniques et industriels du Nord et de la Belgique, les Allemands ont généralement enlevé les dossiers et documents concernant les problèmes de toute nature en cours d'étude dans ces établissements (carnets d'expérience, recueils d'observations sur les essais et incidents de fabrication et de fonctionnement, projets, etc..)

Il faudrait suspendre l'effet de tous les brevets pris par les Allemands depuis 1914, soit chez eux, soit chez les neutres (à la suite d'accords internationaux à intervenir), afin d'accueillir toutes les revendications légitimes des industriels et techniciens lésés, sous réserve de toute réparation pour le préjudice causé.

Brevets allemands utilisés par les Alliés depuis 1914. — Enfin, certaines industries travaillant dans les pays alliés pour la défense nationale ont dû s'inspirer de brevets allemands : les maisons allemandes ont parfois adressé des sommations et des protestations à nos industriels. Se trouvant sous la protection de nos lois, elles poursuivront après la guerre nos sociétés, dont les efforts ont été souvent considérables pour mettre au point les procédés en question, si l'on n'insère pas dans le Traité de Paix une clause faisant tomber dans le domaine public tous les brevets allemands utilisés chez les Alliés depuis la guerre, pour des buts de guerre.

§ 2. — Les matières premières et les appareils industriels

Livraisons immédiates et livraisons à terme; leurs caractères distinctifs. — Il importe de distinguer entre les fournitures urgentes, qui seront faites immédiatement, pour permettre la reprise de la vie industrielle, et celles qui seront exigées à titre d'intérêt de l'indemnité non libérée.

Parmi les premières, on peut signaler les stocks de métaux en lingots ou usinés, les stocks de charbon, de papier, les rails de chemins de fer, à déboulonner sur les lignes stratégiques allemandes, etc... Au même rang d'urgence que ces fournitures, il faut placer toutes les machines indispensables pour remonter nos usines dévastées sur un pied d'égalité avec celles des Allemands, d'autant plus que, par leur faute, aucun perfectionnement n'a pu être accompli depuis quatre ans dans nombre de nos industries.

Citons, à titre d'exemple : les machines spéciales pour le travail des verres d'optique (rodeuses, perceuses, et tous appareils pour la confection et le montage des prismes, lentilles, etc...); — les machines à baryter le papier, et toutes celles utilisées dans le domaine de la papeterie et de l'impression photographique ; — les machines spéciales pour l'industrie électrique (bobineuses, filières, trompes à vide pour la fabrication des lampes à incandescence, charbons pour lampes à arc, etc...); — les appareils de distillation et de rectification de l'alcool ; — l'appareillage de brasserie ; — les appareils de récupération des sous-produits dans l'industrie du gaz d'éclairage, du coke métallurgique ; — les fours à recuire, les pièces métalliques, le verre, la porcelaine, etc, etc...

Pour les secondes, il importe que ces fournitures ne viennent pas à l'encontre des intérêts de nos industriels, mais au contraire leur permettent d'augmenter leurs possibilités de travail. Telles sont les livraisons annuelles de matériel roulant et de combustibles, ces derniers devant nous être fournis sous forme de houille et non de coke, par suite de la valeur des sous-produits dont l'industrie est encore peu développée en France.

Comment le matériel sera récupéré ou prélevé. — En ce qui concerne plus particulièrement les prélèvements de matériel, la restitution pure et simple des objets et des machines français volés est insuffisante, car ces machines ont travaillé contre nous, ou été plus ou moins détériorées. De plus, les Allemands pourraient les rendre inutilisables, par un sabotage scientifique dont ils ont déjà fourni la preuve : des roulements à bille rongés, des axes faussés, des pièces essentielles supprimées, etc... ne peuvent être reconnus pour tels que lors de la mise en marche des machines.

Il ne faut pas oublier que, déjà en 1871, Regnault trouva son Laboratoire de Sèvres intact à première vue: mais toutes les règles graduées avaient été faussées, de légers traits au diamant constituaient sur les tiges de thermomètre des amorces de rupture, etc...

Il faut donc prendre en Allemagne le matériel allemand en service. On sera d'ailleurs non seulement assuré de son bon fonctionnement, mais encore, dans bien des cas, pourvu d'appareils plus perfectionnés.

Les pièces de rechange. — L'introduction de machines et de matériel allemands soulève la question des pièces détachées et de rechange : il ne faut pas que nous nous trouvions sous la dépendance de nos ennemis pour leur fourniture. Ils en livreront donc immédiatement un stock important, et les constructeurs français seront mis à même de les fabriquer, en expropriant, d'après la méthode des licences obligatoires signalée ci-dessus, les brevets allemands protégeant ces organes. Les dessins d'exécution exacts[1] devront en outre être remis aux techniciens chargés des prélèvements, sans préjudice des moules de fonderie, des séries de calibres vérificateurs, etc...

Exposition de matériel ennemi. — Enfin, comme l'a proposé M. V. Cambon, il y aurait lieu d'organiser une exposition de tous les appareils ennemis intéressants, afin que nos industriels puissent s'en inspirer pour perfectionner leurs modèles.

§ 3. — Les documents commerciaux (inventaires, statistiques, etc...)

La documentation commerciale comprend en particulier les fiches qui permettent d'établir un inventaire général de la clientèle par catégories de matériel et de produit, et les renseignements statistiques sur l'exploitation industrielle proprement dite.

L'importance de ces documents, souvent ignorés en France, est fondamentale; dans toute firme allemande de quelque importance existe un service de statistique et de renseignements commerciaux dirigé par des techniciens compétents. Ce service, d'une part, groupe les renseignements donnés par les voyageurs de commerce, les agents consulaires, etc..., d'autre part, procède à des récapitulations et à des regroupements de renseignements fournis par la comptabilité ; il met ainsi en évidence une quantité de facteurs économiques qui, dispersés, échapperaient à l'examen. Les archives de ces services de statistique sont à même de fournir tous les renseignements sur l'intérêt qu'il y aurait à obtenir telle licence, à fabriquer tel produit, sur l'importance de tels articles que l'on supposerait négligeables, et sur leurs débouchés. En obtenant communication de ces renseignements (sans oublier les statistiques détaillées d'exportation), nous mettrons en mains de nos industriels un élément primordial de direction et d'expansion.

A côté du service commercial de chaque firme, il existe des agences spéciales de renseignements, en particulier à Leipzig. Désirez-vous savoir combien il y a d'architectes au monde? Un catalogue spécial vous en communique la liste, renfermant 25.000 noms et adresses. — Etes-vous fabricant d'objets de piété, d'ornements d'églises? vous aurez intérêt à savoir qu'il existe en Espagne 890 couvents dont l'agence vous fournira la liste, avec le nom et la résidence de leurs supérieurs. — Voulez-vous suivre la carrière d'un professeur de Chimie de Faculté d'un pays quelconque? Consultez la *Zeitschrift für Elecktrochemie*, et, dans les tables spéciales de ce journal, vous trouverez ses différents postes d'année en année.

Ces renseignements si variés, si précis et si utiles faciliteraient énormément la reprise du travail s'ils nous étaient communiqués ; ce serait en somme l'utilisation légitime des renseignements du service d'espionnage allemand.

§ 4. — Les techniciens

Il semble que les résultats pratiques obtenus par les techniciens allemands sont dus, avant tout :

1° à l'organisation remarquable de l'enseignement technique à tous les degrés (Universités, Hochschulen, Ecoles techniques diverses, etc.) ;

2° à la documentation industrielle et aux moyens de travail et d'étude dont disposent les techniciens dans ce pays.

Voici deux exemples qui illustrent ces faits :

Tout le monde connaît le rôle que la Chimie physique joue dans les découvertes scientifiques et industrielles modernes. Or tandis qu'en Allemagne dix Instituts d'études supérieures de Chimie physique, richement dotés par l'Etat, les Chambres de commerce, les industriels, ont été créés depuis quinze ans, venant s'ajouter à ceux qui préexistaient, il n'y a pas un seul institut de ce genre en France à l'heure actuelle.

On a rappelé plus haut l'activité de la B. A. S. F. et les bénéfices énormes réalisés par cette Société. Le service des recherches chimiques de cet Etablissement comprend de vastes laboratoires où travaillent plus de 150 chercheurs, ayant à leur disposition une bibliothèque spéciale contenant plus de 15.000 volumes relatifs aux matières fabriquées par l'usine, sans compter les ouvrages généraux et la collection complète d'environ 500 périodiques scientifiques ou industriels.

Les prélèvements sur le capital technique. — Comment ne pas songer immédiatement, dans ces conditions, à faire porter les prélèvements non seulement sur les matières premières et les produits fabriqués, mais aussi sur :

1° *le matériel scientifique et technique des Universités, des écoles techniques et des laboratoires*

1. Rappelons que le matériel d'artillerie nécessaire construit chez Krupp a été livré à la Roumanie avec des plans faux; il en résulta un retard important dans la construction des fusées d'obus à plateau.

industriels allemands, afin de procéder immédiatement en France à la réorganisation de l'enseignement technique à tous les degrés :

2° *la documentation scientifique* des bibliothèques et offices de documentation allemands, pour rétablir les établissements similaires détruits, améliorer ceux qui existent chez les Alliés ou en créer de nouveaux ;

3° *la documentation industrielle*, notamment les collections de brevets des établissements scientifiques et industriels ; à ce point de vue la documentation et l'installation du Patentamt, les laboratoires des « Technische Hochschulen », des usines, etc... présentent un intérêt particulier.

Quelques exemples feront mieux comprendre l'importance légitime que nos ennemis accordent à cette documentation : rappelons d'abord l'exemple donné à l'instant de la Bibliothèque de la B. A. S. F., riche de 15.000 volumes de chimie et de la collection complète de 500 périodiques. De même, à l'Université de Leipzig, les étudiants et les chercheurs ont à leur disposition une bibliothèque renfermant plus de 600.000 volumes ; c'est la plus riche bibliothèque universitaire du monde et il n'existe rien de comparable en France.

A la Technische Hochschule de Charlottenburg, une série de salles sont réservées à la collection complète, classée méthodiquement, de tous les brevets relatifs aux matières colorantes avec, en annexe, des flacons de ces produits et les cartons d'impression sur les différents tissus.

On conçoit facilement l'énorme avantage que nos industries chimiques et textiles pourraient tirer d'une pareille documentation, quand on songe que l'exportation des matières colorantes par l'Allemagne représentait en 1912 une valeur de 280 millions de marks (soit 350.000.000 francs)[1]. Cette collection existe également au Patentamt, où l'on trouve en outre la collection complète de tous les brevets pris dans le monde entier.

Les fournitures spéciales pour recherches techniques. — Il est encore un point sur lequel nous croyons devoir attirer l'attention :

Tous les laboratoires, tous les instituts scientifiques ou industriels ont besoin de matériel et de produits chimiques spéciaux. Or, les Allemands avaient, là encore, conquis peu à peu le marché mondial. En particulier, les produits chimiques pour recherches, dont le moindre laboratoire consomme pour plusieurs milliers de francs par an, étaient fournis par certaines maisons allemandes, à un degré de régularité, de pureté souvent inconnu en France, et cela avec un bulletin de garantie, ce qui montre à quel point elles étaient sûres de leurs fabrications. La vente annuelle de ces substances représente des dizaines et des dizaines de millions.

De plus, ces produits avaient fini par s'imposer à un tel point que, dans beaucoup d'ouvrages, de mémoires, de traités scientifiques, même édités en français, on en était arrivé à faire suivre l'indication du produit employé ou conseillé du nom de la maison allemande qui le fournissait. Ainsi l'édition française du célèbre Traité d'Analyse quantitative de Treadwell mentionne :

p. 20, les papiers à filtres de Schleicher et Schüll ;

p. 25 et 26, les creusets et les fours électriques de la maison Heræus à Hanau-sur-le-Mein ;

p. 81, le nitrite d'ammoniaque de Kahlbaum à Berlin, etc., etc.

Là encore il y a un marché à prendre pour les Alliés. Les Américains l'ont compris : la « General Chemical C° », la « Baker Chemical C° », « Powers et C° » ont déjà adopté le système du bulletin de garantie effective.

Ainsi y aurait-il lieu, selon une proposition déjà formulée, de faire dans les usines spéciales allemandes des prélèvements suffisants pouvant servir de mise de fonds pour la reprise immédiate du travail dans les laboratoires, en attendant les fournitures alliées. Ces prélèvements formeraient, d'ailleurs, un total intéressant pour le paiement de l'indemnité : ainsi, dans l'une seule de ces maisons, ils dépasseraient 20 millions de francs.

Conclusion. — En résumé, des prélèvements industriels ou des indemnités ne suffiront pas à placer l'industrie française de 1919 dans des conditions qui lui permettraient de lutter avec nos concurrents étrangers. Demain, alors que notre industrie ne possède pas en nombre suffisant des techniciens, des spécialistes, qu'elle est, sauf de rares exceptions, privée de laboratoires d'études ou d'essais industriels, elle serait incapable de suivre la marche du progrès avec la même rapidité que nos ennemis qui travailleront fébrilement à reprendre l'avance momentanément perdue, si l'on ne prend pas les mesures que nous proposons.

Ainsi, nos ennemis, se plaçant sur le terrain humanitaire, ne peuvent prétendre que nous les privons des moyens d'existence, des matières fondamentales sans lesquels ils ne peuvent subsister. Les marchandages auxquels donnent déjà lieu les questions du matériel roulant, du charbon, du minerai de fer, du tonnage, sont ici impossibles : c'est le travail cérébral, c'est l'acquis, c'est l'avance technique actuelle de nos ennemis que nous leur enlèverons, — ce n'est pas leur droit à l'existence. Insistons encore sur ce point : *toutes ces prises, tous ces prélèvements sont susceptibles d'une évaluation monétaire, et doivent, par suite, contribuer au paiement des indemnités de guerre.*

III. — Projet d'organisation pratique

Les opérations précédemment décrites comprennent :

1° Des récupérations immédiates, en nature, destinées à remplacer le matériel, les objets volés

1. Sans compter les produits intermédiaires pour matières colorantes, qui augmenteraient ce total de plusieurs dizaines de millions.

ou détruits par les Allemands en France et en Belgique ;

2° Des prélèvements sur le travail acquis allemand, et devant concourir au paiement de l'indemnité de guerre.

Constitution d'un Commissariat général; ses attributions. — L'accord étant déjà fait entre les Gouvernements alliés sur la première partie de ce programme, qui est la plus urgente au point de vue de notre relèvement national, celle-ci peut être réalisée dès maintenant par un organisme, technique fonctionnant sur les bases suivantes. Le même organisme, comprenant les mêmes techniciens, opérant suivant les mêmes méthodes, permettra d'exécuter la deuxième partie du programme, dès que les accords interalliés auront fixé le montant de l'indemnité à percevoir sur le capital travail acquis allemand, et son mode de répartition.

Il est indispensable que cet organisme soit unique, non seulement pour éviter la dispersion des efforts, mais aussi et surtout pour éviter que l'Etat ne soit privé d'une partie du bénéfice qu'il doit retirer des licences obligatoires, ce qui ne manquerait pas de se produire si l'objet de celles-ci était successivement étudié par diverses missions ne présentant pas toutes le même caractère officiel. Il semble qu'un Commissariat général à forme technique remplisse parfaitement les conditions nécessaires, indispensables; seul, il aura l'autonomie, l'autorité et l'unité indispensables pour mener à bien un tel programme qui comprendra les opérations suivantes :

A. — Grouper, *à l'exclusion de tout autre organe ou service*, et à l'aide d'un personnel technique compétent, les informations suivantes :

1° Desiderata de l'Etat, des industriels, des techniciens, etc..., dont les installations ont eu à souffrir matériellement de l'état de guerre en priant ceux-ci de faire connaître, si possible, le ou les établissements allemands susceptibles de fournir les objets de remplacement;

2° Lacunes de tous ordres qui pourraient être comblées par des prélèvements immédiats en Allemagne, de manière à nous permettre de prendre part à la lutte économique sans désavantage initial (avec indication d'origine);

3° Dresser d'après ces renseignements :

a) la première liste des établissements allemands à mettre à contribution ;

b) la liste des opérations à exécuter dans ceux-ci.

L'ensemble de ce travail peut être exécuté dans un délai très bref.

B. — Dresser simultanément la liste des techniciens qui seront à même de procéder aux opérations ci-dessus (physiciens, chimistes, ingénieurs, commerçants, avec le personnel subalterne nécessaire : mécaniciens, dessinateurs, etc...). Ceux-ci seront répartis en missions qui auront un caractère à la fois technique et militaire, et devront connaître, si possible, la langue allemande et les régions qu'ils auront à parcourir. Ces missions seront responsables de la bonne exécution des opérations, et auront toute l'initiative pour effectuer celles-ci : en particulier, elles auront sous leur autorité immédiate les détachements d'occupation placés dans les usines et établissements qu'elles visiteront.

C. — Réaliser d'accord avec le ministère de la Guerre et le G. Q. G. les opérations suivantes :

1° Faire occuper dans le plus bref délai les usines, les laboratoires, instituts et offices de documentation techniques allemands, etc.., *afin d'éviter la disparition de la matière imposable*. — A partir de ce moment, les dits établissements devront être soumis à une surveillance technique et militaire des plus strictes;

2° Faire dresser par les missions indiquées ci-dessus, et opérant de préférence par spécialité, l'inventaire du matériel, des produits, procédés, documents, etc..., susceptibles d'être récupérés ou prélevés. Ces opérations seront effectuées dans un ordre d'importance et d'urgence nettement défini, et avec le concours éventuel des détachements militaires d'occupation des Etablissements;

3° Après réquisition régulière des prélèvements par le Gouvernement allemand [1], faire expédier ceux-ci dans le plus bref délai possible, par le soin d'agents comptables responsables, sur les centres d'évaluation et de répartition désignés ci-dessus.

D. — Evaluer et distribuer les prélèvements effectués qui pourront être groupés en trois catégories :

1° Brevets, licences, procédés, documentation industrielle et commerciale, etc... Ces prélèvements seront de préférence répartis par l'Etat, soit directement dans ses services, soit sous forme de concessions ou de licences aux particuliers ;

2° Matériel de remplacement, et matériel de perfectionnement. Ces deux catégories de matériel pourraient être remises aux bénéficiaires ou aux acheteurs par l'intermédiaire d'un Office général de répartitions possédant, pour la France, un certain nombre de succursales. On pourrait adopter pour son fonctionnement une organisation analogue à celle de la Croix-Rouge Américaine; on pourrait également, pour réaliser ces opérations dans le minimum de temps, concevoir la formation d'une société fermière à prix de vente et à bénéfice définis et limités.

Dans le cas spécial des produits de laboratoire, instruments, bibliothèques, documentation scientifique, un organisme comme celui que l'Association interalliée des Sociétés chimiques va fonder à Bruxelles serait tout indiqué pour en assurer la répartition entre les Instituts et Etablissements interalliés [2].

IV. — Propositions

1° Poser en principe que le capital travail acquis, les brevets, les procédés de fabrication,

1. Voir plus haut.

2. En même temps, cet office pourrait établir, *en toute indépendance*, le catalogue général des fournitures et produits de laboratoire fabriqués chez les Alliés, de manière à réserver à ceux-ci tout le bénéfice d'un marché intéressant.

la documentation de toute nature des Empires centraux sont matières imposables au même titre que les produits naturels du sol et ceux de l'industrie.

Les prélèvements effectués sur ce capital seront évalués et entreront dans le paiement des indemnités.

2° Créer immédiatement un *Commissariat général* ayant les attributions suivantes :

a) Prélever dès à présent les instruments, machines, matières premières, etc..., nécessaires pour remplacer les objets similaires détruits ou volés et assurer la reprise de la vie économique;

b) Dresser la liste des contributions spéciales à imposer au capital *travail acquis* de nos ennemis et portant sur :

Les brevets et procédés de fabrication ;

Le matériel perfectionné ;

La documentation technique, agricole, commerciale et scientifique;

c) Réaliser ces prélèvements au moyen de Missions ayant un caractère technique et militaire;

d) En assurer l'évaluation et la répartition après entente entre les Alliés.

3° Suspendre l'effet de tous les brevets pris par les Allemands depuis 1914, afin d'accueillir toutes les revendications possibles des industriels de Belgique et du Nord de la France dont les méthodes et appareils nouveaux ont été volés pendant l'occupation.

4° Faire tomber dans le domaine public tous les brevets allemands utilisés chez les Alliés depuis le début de la guerre dans l'intérêt de la Défense Nationale.

XXX.

LES MÉTHODES DE SÉLECTION APPLIQUÉES AUX CÉRÉALES DE SEMENCES

ETAT ACTUEL DE LA QUESTION

DEUXIÈME PARTIE[1]

VII. — Supériorité de la méthode d'amélioration des semences par pédigrées sur la méthode ancienne des mélanges

Nous avons déjà montré, au cours de cet exposé, comment et pourquoi cette supériorité existe; nous n'avons plus qu'à en rassembler et résumer les éléments.

Grâce aux pédigrées, on peut obtenir en un an ou deux une semence qui présente une *amélioration certaine* et *définitive*. La méthode usuelle de sélection donne, il est vrai, chaque année des semences sélectionnées, mais l'amélioration n'est pas certaine, nous avons dit pourquoi; de plus, elle n'est pas définitive, puisqu'il faut chaque année recommencer l'opération de sélection. Les pédigrées restent pures et ne demandent plus aucune sélection. La seule sélection est celle opérée une fois pour toutes au début de l'opération, à la fin de la première année, lorsque l'on choisit entre les lignées mises en observation.

Les sortes pures présentent encore, sur les variétés culturales qui sont des mélanges de plusieurs types distincts, les avantages importants suivants, que nous énumérons d'après M. Bœuf : « Une culture pure présente une remarquable uniformité de végétation : la levée, l'épiage, la maturité ont lieu avec la plus grande régularité; les tiges sont de la même hauteur, ce qui donne à la récolte le plus bel aspect et lui assure un rendement élevé; les grains sont de même forme, de même couleur et cette uniformité constitue une excellente qualité au point de vue de leur vente. »

« Un type unique possède des exigences bien définies sous le rapport du sol, des engrais, du climat, ce qui permet de réaliser très complètement les meilleures conditions de son développement, de placer chaque variété dans le milieu qui lui convient le mieux, *de doter ainsi chaque localité des sortes de céréales qui peuvent y donner les meilleurs résultats.* »

A propos de la simultanéité des diverses phases végétatives entre tous les individus d'une même lignée végétant côte à côte, M. Costantin rapporte le fait suivant caractéristique :

Un américain, M. Fairchild (1902), visitant Svalöf, « vit une variété de blé, non encore en vente, qui présentait une vigueur et une régularité de croissance si frappantes que de loin on

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sc.* du 15 février 1919, t. XXX, p. 79, et suiv.

apercevait sur le champ, de 5 à 6 ares d'étendue, deux bandes d'un vert foncé qui donnaient l'impression d'une culture qui aurait été peinte; l'examen de près montrait que ce résultat était dû à la teinte vert foncé des entre-nœuds, car les nœuds étaient rigoureusement à la même hauteur, tant la simultanéité de développement avait été parfaite ».

Cette méthode puise d'abord ses éléments, ses lignées, dans les « variétés de pays ». Celles-ci « sont des plantes où prédomine un type particulièrement adapté à une région spéciale, vivant en harmonie avec un ensemble de conditions climatériques déterminées ». Mais si ces variétés constituent le premier matériel à expérimenter, elles ne sont pas le seul qu'il y ait lieu d'essayer. On peut en effet trouver encore parmi des semences venant de l'étranger, et qui essayées en mélange pourraient ne donner que des résultats défavorables, des lignées capables de constituer d'excellentes variétés.

VIII. — Avantages de la méthode des cultures pédigrées au point de vue économique, industriel et agricole

Au point de vue industriel, il est facile de concevoir les grands avantages que présente l'emploi des sortes pures. Ces avantages résultent de la constance des caractères entraînant l'uniformité des produits.

La récolte va aux minotiers, aux boulangers, aux brasseurs, aux industries de l'alcool. L'idéal serait de leur fournir un produit constant susceptible de garantie à la vente, par exemple un blé de teneur constante en amidon ou en gluten, une orge dont tous les grains lèvent dans le même temps pour le maltage. Les races pures donnent des produits homogènes lorsqu'elles proviennent de cultures de même sol et climat; les mélanges, au contraire, donnent un produit hétérogène très éloigné de cet idéal.

Le sélectionneur doit connaître les caractères avantageux d'un blé, suivant sa destination spéciale. S'il s'agit de blé à panification, par exemple, il doit se rendre compte que l'aptitude spéciale dépend du gluten et de la teneur en cendres. L'analyse chimique du gluten n'a pu fournir jusqu'ici de bases d'appréciation, tandis que l'étude de ses propriétés physiques donne des renseignements importants (Caron-Eldingen, 1917) : un gluten à la fois tenace, élastique et sec, est bien panifiable, tandis qu'un gluten tendre, très extensible et humide, caractérise les farines panifiant mal. Quant au taux de cendres de la farine, plus il est élevé, moins celle-ci est panifiable. L'aptitude à la panification est manifestée et peut être mesurée par le volume du pain après cuisson.

Le sélectionneur doit tenir compte des caractères susdits et s'appliquer à rechercher quels caractères morphologiques peuvent être en *corrélation* avec la teneur en gluten, afin de pouvoir guider facilement ses expériences.

« Le problème de la production économique des blés à haute valeur boulangère, qui provoque de gigantesques travaux au Canada, aux États-Unis, en Angleterre et aux Indes anglaises, est à peine connu chez nous. Cependant nos minotiers paient cinq fois leur valeur des blés américains dont le marché n'est pas toujours pourvu; une faible quantité de ces blés permet d'améliorer, par des mélanges convenables, les farines de pur amidon des blés de printemps, les plus répandus actuellement en France» (Blaringhem 1913).

Les industriels apprécieront de plus en plus les produits homogènes résultant des cultures de lignées pures. En France, c'est la corporation éclairée des Brasseurs qui a pris les devants. Sous l'inspiration de M. Kreiss, Président de la Société d'encouragement de la culture des Orges de France, de M. le Professeur Petit, de la Faculté des Sciences de Nancy, Directeur de l'Ecole de Brasserie, la méthode des pédigrées appliquée aux Orges fut essayée en France. Cette étude fut confiée à un botaniste, M. Blaringhem, qui fit au préalable le pèlerinage de Svalöf, en Suède. Ce ne fût pas le moindre résultat de sa mission que de faire connaître en France les méthodes de cette station modèle. Si la semence est longue à germer chez nous, inévitablement elle arrivera à porter ses fruits. Déjà les minotiers de Marseille créaient, en 1913, dans cette ville, un « Laboratoire d'étude des céréales et des plantes féculentes », sous l'initiative du président du Syndicat des Minotiers, M. L. Arnaud, et de M. H. Jumelle, Professeur à la Faculté des Sciences. Le programme de ce Laboratoire est avant tout de mettre en œuvre les méthodes vulgarisées à la Station de Svalöf.

Un obstacle au progrès résulte du régime du prix unique, ainsi que le fait remarquer M. Blaringhem : le grain se vend au poids, abstraction faite des qualités spéciales du produit. On cherche donc simplement à atténuer les défauts tels que la verse ou la rouille qui pourraient diminuer ce rendement en poids, on cherche à obtenir des variétés à épis serrés, à chaume raide, capable de supporter sans verser les fumures azotées que réclame une culture intensive, mais on ne se préoccupe pas autrement des caractères spéciaux répondant aux besoins de telle ou telle industrie.

Ce régime du prix unique ne saurait durer et nos agriculteurs ne pourront résister à la tentation d'utiliser les meilleures semences obtenues dans un but spécial, pour avoir les plus belles récoltes et toucher les plus fortes primes.

Abstraction faite d'une utilisation spéciale, il y a tout intérêt pour l'agriculteur à se servir des meilleures semences, soit celles que de laborieuses recherches ont mises en évidence pour des régions données dans la plupart des grands pays agricoles. Il y a, en effet, pour lui plus à gagner du fait de l'accroissement du rendement et moins à perdre du fait de l'atténuation des maladies. C'est ce que l'on peut établir à l'aide de quelques exemples et de quelques chiffres.

Dans la culture en grand, l'élévation de rendement se traduit par un taux qui, pour n'être pas aussi élevé que dans les champs d'expérience, est néanmoins extrêmement frappant.

Prenons d'abord l'exemple de la Suède, pays initiateur de ces recherches; voici les chiffres que cite M. Hjalmar Nilsson, Directeur de la Station de Svalöf. En Scanie (Suède méridionale), où se fait le plus directement sentir l'influence de la célèbre station, la production s'est accrue, de 1889 à 1913, de 200 à 300 %. Plus au nord, où le pays est sous la dépendance des succursales, l'augmentation de rendement est de 100 % dans le Götaland et le Värmland et, enfin, de 25 à 30 % dans le Svealand. Pour donner une idée des résultats financiers dus à la propagation des types sélectionnés, N. H. Nilsson mentionne les faits suivants : dans la seule province de Malmöhus, les sortes de blé *Pansar* et *Fylgia*, en augmentant le rendement de 7 à 8 %, ont procuré un surplus de gain évalué à un million de couronnes (1.389.000 francs au pair), tandis que l'avoine Klock III, qui produit 12 % de plus que Klock I, a donné un excédent de bénéfices atteignant presque 4 millions de couronnes (5.556.000 francs), les frais de production restant absolument les mêmes. Ce revenu supplémentaire annuel de près de 7.000.000 de francs pour une province d'assez faible étendue est suffisamment éloquent et les cultivateurs suédois ne doivent pas regretter l'aide financière que l'Etat apporte aux Stations d'études des Céréales.

Prenons d'autres exemples aux Etats-Unis :

En 1902, la Station expérimentale du Nebraska entreprend l'amélioration systématique du Blé rouge de Turquie, cette variété s'étant montrée particulièrement résistante aux hivers froids et secs de la région. On adopta la méthode de « sélection d'un seul épi ». En 1910-1911, le rendement du blé rouge de Turquie local est de 2,413 quintaux par hectare, celui du blé amélioré est de 2,854 quintaux, soit une augmentation de 0,441 quintal par hectare. Cette amélioration s'est continuée depuis.

Au Minnesota, la méthode pédigrée a permis à W. M. Hays de substituer aux Blés *Fife* et *Blue Stem* leurs dérivés *Minnesota* n° 163 et *Minnesota* n° 169 et d'élever ainsi le rendement moyen à l'acre[1] de 1 1/2 bushels[2], ce qui se traduit par une augmentation annuelle de récolte évaluée à un million de dollars pour le Minnesota seulement. On pourrait multiplier les exemples.

Voyons maintenant quel profit par « moins à perdre » l'agriculture peut retirer de l'emploi de la méthode pédigrée comme moyen de lutte contre les maladies et tout particulièrement les rouilles, le plus grand fléau des céréales. Comme on l'a dit excellemment : « nous récoltons ce que les parasites nous laissent ». L'éminent phytopathologiste Massee évalue à 4 ou 5 milliards de francs les pertes qui résultent annuellement pour les grands pays agricoles des principales épiphyties. Il appartient à l'initiative éclairée de l'homme de ne pas se laisser faire.

On a évalué les pertes subies du chef des rouilles des céréales à 15 millions en Angleterre, en 1881; à 24 millions en Australie, en 1886; à plus de 50 millions dans le même pays en 1889, si bien qu'une conférence fût organisée cette même année à Melbourne, consacrée entièrement à la rouille du froment, et elle se continua les années suivantes. La Suède, qui n'avait pas perdu moins de 20 millions en 1889, prit, en 1890, l'initiative d'une vaste enquête scientifique sur le fléau et offrit pour cela une somme de 10.000 couronnes à l'Académie royale d'Agriculture de Stockholm. J. Eriksson fut chargé de la diriger. Elle a produit des travaux célèbres et fait faire un pas énorme à nos connaissances des rouilles des Céréales[3]. C'est en Suède même que la Station de Svalöf a mis au premier rang de ses recherches l'obtention de lignées pures résistantes aux rouilles; nous avons dit ailleurs que la sorte *Pansar*, par exemple, unit la grande productivité à une immunité presque complète vis-à-vis de cette maladie.

Une enquête faite en Allemagne, il y a quelques années, a montré que les dégâts s'évaluaient à plus de 400 millions de marks par an.

Aux Etats-Unis, d'après le *Yearbook of the Department of Agriculture* (1917), il se présente

1. Un acre équivaut à 0,40469 hectare.

2. Un bushel de froment (Etats-Unis) représente 0,27216 quintal.

3. Voir dans cette *Revue* : 15 fév. 1912, pp. 106-119, notre article sur l'*État actuel de la question de la propagation des rouilles*.

rarement une année où les pertes causées par la rouille noire ou rouille de la tige (*Puccinia graminis*), qui est la principale rouille de ce pays, ne se cotent pas en millions de bushels[1]. Dans les années d'épidémie comme 1916, les pertes peuvent constituer un désastre.

La dite année, la récolte des États produisant des blés de printemps, se montant, en période normale, à 160 millions de bushels, fût annihilée. Aussi bien, des études sont-elles en cours à la Station expérimentale d'Iowa afin de trouver des variétés résistantes à la rouille : pour le blé, à la rouille noire; pour l'avoine à la rouille couronnée; nous en avons rendu compte ci-dessus.

En somme, la méthode pédigrée, le seul moyen qui nous permette de lutter contre les rouilles, doit augmenter les revenus de l'agriculture dans des proportions formidables, ainsi que le démontrent les résultats déjà acquis. Il ne faut pas oublier que lorsqu'il s'agit de plantes de grande culture, et la culture des céréales s'étend au monde entier, la moindre plus-value due à un perfectionnement se multiplie par un coefficient énorme.

IX. Historique : Les anciens sélectionneurs.—La Suède et la Station de Svalof. — Les autres pays. — La France; nécessité d'une organisation systématique des travaux de sélection dans notre pays.

Sans revenir sur les travaux des sélectionneurs anciens, tels que Lecouteur, Louis et Henri Lévêque de Vilmorin, Schribaux, Gatellier, etc., pour ne citer qur ceux de notre pays, nous n'envisagerons cet historique que du moment où la Station de Svalöf, en Suède, est arrivée à constituer un corps de doctrine basé sur une vaste expérimentation et à donner à la sélection un essor qui s'est étendu au monde entier. Ainsi que nous l'avons dit, ces travaux récents ont abouti à démontrer la profonde imperfection de la méthode de sélection par mélange et la supériorité de la méthode des lignées pures (pédigrée) combinée ou non à l'hybridation.

L'origine de la Station de Svalöf est une société locale fondée en 1886 pour l'amélioration des semences. Elle agrandit bientôt son cadre et prit le nom de Société d'amélioration des plantes agricoles de Suède (« *Sveriges Utsädesforening* »). Le but était la purification des semences et la recherche de variétés nouvelles. L'intention des fondateurs était bien de tirer partie commercialement des travaux effectués, mais ils comprirent que les botanistes qu'ils s'étaient adjoints, seuls capables de diriger la genèse des formes nouvelles, ne devaient pas être distraits de leur tâche scientifique par des soins d'ordre commercial.

Leur service fut disjoint de celui de la vente et l'association scientifique eut son autonomie assurée.

Les débuts furent modestes, mais bientôt, avec les résultats acquis, les encouragements arrivèrent de l'État, des agronomes et des particuliers.

Aux subventions qu'ils allouèrent, s'ajoutèrent les profits sans cesse croissants de la vente des semences; si bien qu'en 1913 le budget annuel de la Station s'élevait à 150.000 fr., dont 56.000 fr. pour la part de l'Etat.

L'organisation matérielle comporte 5 bâtiments et un musée très remarquable. La station possède 16 hectares de terrain, dont 10 affectés aux cultures spéciales et parcelles de multiplication. Elle utilise, de plus, la grande propriété voisine, soit 600 hectares de terres de qualité supérieure où sont exécutés la plupart des travaux en pleins champs. De grandes cultures subséquentes sont faites chez d'autres propriétaires dans les différentes provinces et soumises à l'inspection d'experts spéciaux.

D'ailleurs, la nécessité fut bientôt reconnue d'établir des filiales afin d'obtenir des types de plus en plus adaptés aux conditions agrogéologique et météorologiques des différentes provinces. C'est ainsi qu'après Svalöf, dont les résultats valent surtout pour la Suède méridionale, furent fondées : Ostergotland, en 1894, dans la Suède centrale et, plus récemment, Lulea, dans la Suède septentrionale, le « Norrland », près du cercle polaire (surtout pour les plantes fourragères). D'autres stations sont en projet.

La Station possède un périodique spécial, depuis 1891 : *Sveriges Utsadesforenings Tidskrift*, recueil indispensable à toute personne s'occupant de recherches de sélection et dont l'essentiel est accessible à tous grâce aux comptes rendus développés que donne le *Bulletin de l'Institut international d'Agriculture de Rome.*

Il y a deux périodes dans l'histoire des travaux de la station :

La première s'étend de 1886 à 1890 et correspond à la direction de l'ingénieur agronome Bruin de Neergard ; la deuxième va de 1890 à l'époque actuelle, M. Hjalmar Nilsson étant devenu directeur de la Station.

Neergard reconnaît dans les « grandes espèces » de « petites espèces » jusque là méconnues. Il arrive à ce résultat grâce à une grande précision dans l'appréciation des caractères. Il remplace

1. Voir note précédente sur la valeur du bushel.

l'évaluation approximative des qualités par des valeurs numériques de poids, de mesure, de nombre, de grandeur, etc. et invente pour cela une série d'instruments spéciaux.

Les types anciennement connus tels que le Blé Squarehead, l'Orge Chevalier furent améliorés.

Mais H. Nilsson démontra que ces petites espèces étaient encore des *mélanges* de « sortes » nombreuses et que les « élites » obtenues retombaient au bout d'un an ou deux dans l'état de mélange de sortes d'origine. Les meilleures sortes, et avant tout *constantes*, que réclament les agriculteurs, ne pouvaient donc être obtenues de cette manière. Il fallait chercher une autre méthode sur des bases scientifiques plus sûres. « Telle était la situation désespérée au commencement de 1891 », écrit M. H. Nilsson. Grâce à la culture séparée, partant d'un seul épi (culture pédigrée), très facile à contrôler, il réussit à trouver ces formes *constantes* et seulement très rarement en ségrégation à la suite de croisements anormaux.

Aussi, tandis qu'on était auparavant incapable de produire aucune sorte réellement constante, il était devenu possible d'obtenir un nombre indéterminé de sortes stables et propres à la culture. De plus, ainsi que nous l'avons exposé, l'observation des mutations et la pratique de l'hybridation permettaient d'obtenir en nombre presque indéfini des formes nouvelles. L'Institut de Svalöf revendique d'avoir ouvert la voie aux travaux modernes sur l'hybridation : Avant que les théories de Mendel, renouvelées par de Vries, Correns, Tschermak, eussent donné leur impulsion féconde aux travaux d'amélioration des plantes cultivées par sélection et hybridation — dit H. Nilsson — Nilsson Ehle avait déjà implicitement admis, dans ses travaux d'hybridation à Svalöf, l'existence d'unités héréditaires se transmettant intégralement et indépendamment les unes des autres, et il avait appliqué dans ses expériences de sélection par lignées pures, dès 1900, les méthodes et les conceptions préconisées par Johannsen. La méthode des croisements n'est d'ailleurs qu'un supplément à celle des pédigrées et non un substitut, le pédigrée donnant un matériel pur, constant et bien connu, constituant une base nécessaire de l'opération ultérieure d'hybridation. D'ailleurs, la sélection entre les produits de l'hybridation se confond complètement avec les vieilles méthodes de travail de Svalöf.

Une des caractéristiques qui est en même temps une des forces de l'organisation de Svalöf, c'est l'extrême spécialisation des travailleurs, chacun d'eux ne s'occupant, le plus souvent, que d'une seule espèce.

Nous avons dit déjà quels résultats pratiques et quelles plus values les travaux de l'Institut ont apportés à l'agriculture suédoise. Rappelons les principales variétés obtenues : *Fylgia*, *Pansar*, *Extra-Squarehead* III, très supérieures aux variétés indigènes antérieurement cultivées.

La Compagnie commerciale suédoise s'est chargée de prendre soin des nouvelles sortes et de les mettre en vente.

Etablies pour un climat septentrional, les sortes de Svalöf ne sauraient naturellement recevoir qu'une application fort restreinte dans les pays de climat différent. Par contre, elles sont utilisées à des degrés divers en Russie (orge *Haunchen*, avoine *Culdgren*), en Danemark, en Allemagne, en Hollande et récemment en Angleterre. En France, on a introduit certaines Orges et Avoines. Au Canada et aux Etats-Unis, plusieurs sortes sont employées, chacune dans des aires bien circonscrites. Mais il est juste d'ajouter que dans tout le monde civilisé on s'est mis à rechercher directement les sortes qui conviennent le mieux aux circonstances locales.

En somme, conclut le Prof. H. Nilsson, « c'est dans son organisation libre, dans son programme bien approprié, dans le contact intime avec l'agriculture pratique et ses hommes, aussi bien que dans l'emploi des meilleures méthodes et ressources de la science, qu'on doit chercher l'explication du fait qu'une humble installation provinciale de la pauvre Suède, au climat peu favorable, ait été en état de contribuer à la réorganisation et au développement de l'amélioration des plantes cultivées avec l'ampleur attestée par les résultats de ses travaux dans le dernier quart de siècle. Une autre cause de son succès, c'est sans doute son organisation entièrement agricole ».

Svalöf est devenu un centre d'attraction pour les agriculteurs ou agronomes du monde entier, qui sont allés visiter ses installations et s'initier à ses méthodes. Le français Blaringhem y a fait une fructueuse mission.

Dans la plupart des grands pays agricoles, on s'est mis à rechercher des sortes de céréales convenant aux circonstances locales en suivant les méthodes de Svalöf. Le Danemark et l'Allemagne, que leur proximité favorisaient, se sont avancés les premiers dans cette voie.

C'est au prof. danois Johannsen, autant qu'à Svalöf, que l'on doit la démonstration de la constance du type de chaque lignée. Les stations danoises de Tystofte, d'Abed, etc., appliquant depuis 1899-1900 la méthode des pédigrées, ont doté leur pays des sortes *Wilhelmina*, *Petit Blé*, *Blé inversable* et *Blé à gros épis* qui ont pu

atteindre un rendement de 40 à 44 q. à l'hectare. Le Danemark est d'ailleurs le pays du monde qui atteint le plus fort rendement moyen du du blé à l'hectare, soit 27,8 quintaux.

En Irlande, dès 1901, des expériences sont commencées à Corket à Tipperary sur les orges, qui s'étendront bientôt à tous les comtés.

L'Angleterre est le pays de la « Génétique ». L'Ecole d'Agriculture de l'Université de Cambridge est le grand centre des recherches sur l'hybridation; le Prof. Biffen et ses élèves ont entrepris des recherches très connues sur l'hybridation des céréales. L'Etat reconnut bientôt les résultats acquis par l'encouragement de subventions. L'Institut le mieux organisé pour l'étude de la Génétique est l'Institut d'Horticulture Johns Innes, à Morton près de Londres. Créé en 1909, son premier directeur fut le Prof. Bateson. Le but de l'Institution était d'éclairer et définir les principes de l'hérédité, au sens le plus large, indépendamment de toute considération d'utilité économique directe.

Une chaire de Génétique a été créée à l'Université d'Edimbourg. Des élèves de Cambridge, répartis dans le monde entier, ont appliqué les données acquises à des recherches de sortes meilleures, en Egypte (cotonnier), dans l'Inde (céréales), etc.

En Italie, les divers instituts agricoles se sont occupés de la sélection des céréales. Citons les travaux du Prof. N. Strampelli, Directeur de la Station expérimentale de Rieti, fondée en 1903; il est arrivé, en combinant la méthode pédigrée et l'hybridation, à obtenir aux dépens du « blé de Rieti », depuis longtemps connu par sa résistance aux rouilles, mais de rendement assez faible, un blé qui a surpassé toutes les autres sortes du pays quant au rendement (20 à 34, 49 qx à l'ha) et à la résistance à la verse, aux rouilles et aux autres cryptogames. Cette sorte a reçu le nom de « *Carlotta Strampelli* ».

La Hongrie paraît s'être sérieusement préoccupée de la question de l'amélioration des céréales par les méthodes récentes. Le Blé hongrois ne suffit point aux exigences de la Hongrie, à cause de son faible rendement, de sa prédisposition aux rouilles et à la verse. Si par des sélections rigoureuses, fait remarquer Grabner, on arrivait à augmenter de 1 à 2 qx le rendement moyen à l'ha pour toute la Hongrie (rendements actuels : 10,42 qx à 12,15 qx à l'ha), les 3.707.784 ha de blé du pays donneraient un un surplus de produit de 3.707.784 à 7.415.568 qx, représentant une plus value de 77.863.464 à 155.726.928 fr. dans le revenu moyen du pays, en ne comptant que 21,10 fr. le quintal. Ces considérations ont entraîné la fondation de l'« Institut royal Hongrois pour la sélection des plantes ». Son but est de coordonner les efforts isolés : 1° en prêtant son assistance aux sélectionneurs par des indications professionnelles; 2° en réorganisant et développant les méthodes d'amélioration et en procédant lui-même à l'amélioration des plantes cultivées. Les premières expériences furent faites en 1905 à Magyarovar, où l'Institut fut installé en 1909. Les frais de construction et d'achat de terrain s'élèvent à 336.000 fr. et ceux d'installation à 84.000 fr. Les bâtiments comportent des serres et sont entourés d'un jardin de culture de 3/4 d'ha; à quelques minutes de la ville, un terrain de 20 ha sert aux cultures des semences de l'Institut. Le personnel comprend : 1 chef, 4 assistants, 1 chimiste et 1 employé. L'Institut offre gratuitement aux agriculteurs la direction nécessaire et fait aux besoins des essais locaux. Enfin, M. Grabner, directeur de l'Institut, a fait adopter en 1913, par le Ministère de l'Agriculture hongrois, un projet de Registre officiel des plantes sélectionnées en Hongrie.

Les Etats-Unis, avec leur organisation grandiose de l'Agriculture, ont entrepris dans leurs stations expérimentales des Etats producteurs de céréales des recherches de sélection suivant les méthodes récentes. Beaucoup ont donné déjà de très importants résultats pratiques. Nous avons fait allusion à ceux obtenus dans l'Iowa, le Minnesota et le Nebraska.

Au Canada, le Dr Saunders a obtenu une sorte pure dite *Blé Marquis* qui supplante toutes les autres dans ce pays pour la précocité. Sa propagation en France, d'après M. J. de Vilmorin, serait très utile en raison de sa précocité et de son rendement.

Si maintenant nous considérons ce qui a été fait en France pour l'application des méthodes nouvelles à la sélection, nous devons convenir que l'effort a été minime, bien que notre pays soit un des premiers producteurs de blé du monde. Et cependant la France fut la patrie de sélectionneurs renommés dont nous avons cité les noms; Louis de Vilmorin énonçait, dès 1856, le principe de la sélection généalogique, redécouvert en somme à Svalöf en 1890, et lui-même et ses descendants, tels que Philippe de Vilmorin, l'appliquèrent dans leur domaine de Verrières.

Quoi qu'il en soit, ce genre de recherches n'a pas été systématiquement organisé chez nous, les rares efforts tentés sont restés isolés. Faute de moyens et de coordination, les résultats sont peu sensibles, sauf peut-être en ce qui concerne les orges de brasserie.

Nous avons dit plus haut l'initiative éclairée des Brasseurs de France pour l'amélioration des orges, la mission féconde de M. Blaringhem à Svalöf, les timides essais pour l'amélioration des blés de meunerie en Limagne, la fondation du « Laboratoire d'étude des Céréales » à Marseille, — trop récente (1913) pour qu'on puisse apprécier des résultats, — les essais fructueux de Verrières, les intéressantes cultures de M. Bœuf à Tunis et d'autres à Alger. Si louables que soient ces efforts, ils sont trop isolés et restreints. L'agronomie des Céréales semble être arrivée à un point à partir duquel elle puisse progresser surtout en suivant la voie de la sélection telle que nous venons de la définir, c'est-à-dire l'exploitation des qualités héréditaires de la plante, trop méconnues jusqu'à ce jour, l'influence des conditions extérieures sur la plante ayant presque exclusivement retenu l'attention. C'est une voie nouvelle offerte pour réaliser l'augmentation du rendement et c'est la seule voie ouverte pour la lutte contre les maladies cryptogamiques telles que les rouilles, lutte pour la laquelle nous étions jusqu'ici sans armes.

Il y aurait donc lieu, pensons-nous, de provoquer et d'encourager des travaux dans ce sens dans notre pays. Pour cela, on pourrait faire mieux que de s'intéresser aux efforts individuels en créant tout au moins un Institut central pour la sélection des céréales; cet Institut opèrerait lui-même, dirigerait ou conseillerait les spécialistes et praticiens répartis dans toutes les régions agricoles du pays, ferait œuvre de vulgarisation et de propagande des méthodes dites nouvelles, tiendrait registre des meilleures sortes obtenues et pourrait se charger de leur distribution. La Suède, le Danemark, les Etats-Unis, l'Italie, la Hongrie, etc. ont fait plus que cela. Certes, ces Etats ne regrettent pas les sacrifices consentis, et, chez plusieurs, la plus-value du rendement agricole dépasse déjà toute attente.

Les événements ont mis aujourd'hui en lumière d'une façon éclatante l'intérêt qu'il y a d'appliquer sans retard et largement les données acquises de la Science à la production. Cette notion s'impose particulièrement en Agriculture. Pensons bien que, dans ce cas, le moindre perfectionnement acquis se traduit par un bénéfice qui se multiplie dans d'énormes proportions et vient immédiatement enrichir l'Etat tout entier; or la France cultive beaucoup de blé et tout le monde vit de pain. L'opportunité d'insister sur ces faits est d'autant plus évidente que les statistiques proclament avec trop de certitude que notre pays, dans son ensemble, occupe parmi les nations un rang humiliant au point de vue du rendement des terres.

J. Beauverie,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

LES ASSOCIATIONS INTERNATIONALES ET LA RECONSTITUTION DE L'APRÈS-GUERRE

Le développement des relations entre les peuples a été un des traits caractéristiques de la civilisation contemporaine. Une fois créées, il a fallu régulariser ces relations et les organiser. Cette tâche a été en très grande partie celle des Associations internationales, qui sont devenues rapidement, chacune en son domaine, la plus haute représentation des intérêts universels et les organes centralisateurs du mouvement vers l'organisation.

Dans toutes les branches de la science et de l'activité pratique, il a été créé de telles associations. Depuis 1840, date du premier congrès international, il s'est tenu environ 2.000 réunions internationales et le nombre en a été sans cesse en croissant.

En 1910 s'est assemblé un Congrès mondial des Associations internationales pour examiner des questions communes à elles toutes et opérer des rapprochements. Ce Congrès donna naissance à une Union permanente et tint une nouvelle session en 1913. Deux cent vingt organismes internationaux y ont adhéré.

Vingt-deux Gouvernements avaient patronné ces congrès, parmi lesquels — fait digne de remarque — ne figuraient ni l'Allemagne, ni l'Autriche, auxquelles n'avait pas plu l'allure de libre fédération donnée à tout le mouvement.

Avec l'armistice, l'heure de la reconstitution a sonné et tous les efforts libérés vont être appelés à concourir à cette grande œuvre. Une tâche urgente s'impose dès lors aux Associations internationales : se donner une organisation conforme à l'orientation et aux besoins nouveaux, établir entre elles plus de coordination et de coopération.

Pendant ces quatre années aussi, de nouvelles associations internationales ont été constituées

entre Alliés et plusieurs associations anciennes ont continué à travailler. Voici que déjà l'Association internationale des Académies a été appelée à se transformer sans plus tarder. Une Conférence interalliée, préparée à Londres en octobre dernier, a été réunie à Paris fin novembre 1918 pour statuer sur le programme de la collaboration scientifique internationale[1]. Aux organisateurs de cette conférence, l'Union des Associations internationales a adressé ces deux vœux :

1° que le plan général d'organisation embrasse les divers ordres de questions dont les travaux du Congrès mondial des Associations Internationales ont démontré les corrélations étroites;

2° que, dans toute organisation proposée en vue de réaliser ce plan, des mesures soient prévues pour assurer la coopération entre les organismes officiels et les organismes libres et mixtes.

Pour appuyer ces vœux et préparer l'action ultérieure, il y a utilité à rappeler sommairement quelques données. C'est l'objet de cette notice, basée sur les travaux publiés par l'Union.

Ces travaux comprennent en premier lieu les Actes du Congrès mondial des Associations internationales. Ceux du Congrès de 1910 comprennent 1266 pages avec 60 rapports et ceux du Congrès de 1913, 1.600 pages avec 80 rapports. Dans l'*Annuaire de la Vie internationale* paru en 1909 et en 1911, des notices et monographies sont consacrées à chacune des 400 associations internationales existantes, relatant leur histoire, leur programme, leurs travaux, les principales résolutions de leurs assemblées et congrès. Dans la revue *Vie internationale*, qui a paru en fascicules mensuels pendant les années 1912, 1913 et 1914 et qui comprend 3.600 pages, tous les faits de la vie internationale ont été rapportés au jour le jour et des études consacrées à chacun de ses grands mouvements; elle a publié régulièrement un Calendrier des réunions et congrès internationaux. Un *Code systématique des résolutions et conclusions des Associations internationales* en toutes matières a été commencé. C'est un tableau des desiderata, raisonnés et discutés, formulé par les plus hautes compétences de tous les pays sur toutes les questions qui intéressent le progrès de la société. Une première partie de ce code a paru dans les actes du Congrès mondial (140 pages).

I. — Objet de l'Union

Le but assigné à l'Union des Associations internationales est de réunir les Associations en vue de poursuivre l'organisation plus systématique de la vie internationale dans toutes ses parties : vie matérielle, vie économique, vie intellectuelle, vie politique et juridique. Pour cela, il est nécessaire d'étendre et de coordonner la coopération dans le domaine des sciences et des activités techniques ou sociales, de développer les associations existantes, d'harmoniser leurs programmes et leurs travaux, de constituer un centre international pour leurs services généraux, et un point d'appui pour leur action à travers le monde. Voici sur divers points les conclusions générales auxquelles ont abouti les travaux de l'Union.

1. *Conditions des organismes internationaux.* — L'association internationale est susceptible de progrès en vue d'accroître son activité et son rendement. Des études comparatives doivent être établies à ce sujet. Un des points les plus nécessaires est l'établissement d'une législation mondiale qui accorde aux associations internationales la reconnaissance, la liberté d'action et la personnification juridique avec droit de posséder un patrimoine. Semblable législation nécessite une définition de l'association internationale. Les discussions à ce sujet ont mis en lumière les conditions essentielles suivantes, auxquelles elle doit répondre: avoir un but d'intérêt public, universel ou susceptible de le devenir; être ouverte aux éléments semblables, particuliers ou collectivités de tous pays ayant le désir d'y entrer; n'avoir pas de but lucratif au sens usuel et juridique du mot; posséder une assemblée délibérante à session périodique et une institution permanente, pouvoir exécutif qui fonctionne avec continuité.

Il y a lieu de traiter d'une manière distincte les deux sortes d'associations internationales : les unes sont libres et constituées par l'union d'individus ou de groupes nationaux également libres; les autres sont officielles et formées par l'association des Etats eux-mêmes ou de leurs administrations, unis pour réaliser des objets d'intérêt commun.

Un point est essentiel : les associations ne doivent pas se borner à l'affirmation statutaire d'un vaste objet social. Elles doivent prendre chacune en considération l'ensemble des intérêts dont elles ont la charge et veiller à ce que leurs travaux, leurs décisions et les services

1. *Royal Society* : Memorandum of the Comittee on intertional scientific organisations (may 1918) (15 p.). — *Royal Society* : Preliminary report of inter-allied Conference on international scientific organisations, held at the Royal Society on october 9-11 1918 (4 p.). — *Institut de France, Académie des Sciences* : La Conférence interalliée des Académies scientifiques à Londres, note de MM. Emile Picard et Alfred Lacroix. *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CLXVII, p. 566 (séance du 21 oct. 1918).

qu'elles organisent répondent bien au développement qu'on peut attendre d'elles, eu égard aux exemples donnés par les associations les mieux organisées. Elles ont à faire face à un ensemble de fonctions scientifiques et pratiques bien définies, dont elles doivent assumer la responsabilité. Plusieurs rapports ont développé avec détails quelles associations nouvelles devaient être créées et quelles devaient être refondues. Ils ont proposé la création de divers instituts nouveaux.

En vue d'accroître le rendement des organismes internationaux, il y a intérêt à voir périodiquement leurs dirigeants s'informer les uns les autres des moyens qu'ils ont mis en œuvre pour surmonter les difficultés, en grande partie communes à tous, et pour mieux dégager les causes de certaines supériorités. Suivant les cas, divers types d'associations peuvent être préconisés : fédération d'associations nationales indépendantes, association générale et sections nationales, association centrale unique avec membres cooptés dans les différents pays, union internationale traitant dans chaque pays avec un organisme national acceptant d'agir comme sa division nationale.

2. *Réglementation et législation internationales.* — Les Associations internationales ont à s'occuper de la réglementation de leur matière. Trois voies principales leur sont ouvertes :

a) Arrêter les règlements collectifs obligatoires pour toutes les associations affiliées et pour leurs membres, règlement codifiant les coutumes et usages existants, ou tendant à provoquer l'établissement de coutumes et usages nouveaux;

b) Arrêter des contrats internationaux types, ou contrats normaux, destinés à régler les relations entre particuliers ou groupes de divers pays et auxquels les intéressés aient la faculté de se référer dans leurs accords privés;

c) Préparer les conventions internationales entre les États (enquête, réunion de matériaux, énoncés de base, rédaction d'avant-projets, démarches auprès des Gouvernements, propagande auprès de l'opinion publique et des Parlements).

3. *Systèmes d'unités.* — Il y a lieu d'établir un système universel d'unités reliant en un seul ensemble homogène tous les systèmes particuliers érigés internationalement en unités légales par des conventions ou des lois concordantes.

Ce système doit avoir pour base la décimalisation et le système métrique. Il doit être applicable dans les sciences comme dans l'industrie. Il doit comprendre notamment les unités de longueur, de masse, de force, de temps, les unités mécaniques, les unités de température, les unités électriques, les unités photographiques. Il doit s'étendre au calendrier, à l'heure, au méridien fondamental, à la monnaie.

Une Commission centrale, formée de représentants des associations internationales, doit être chargée de fixer ce système en utilisant ce qui existe déjà dans cet ordre d'idées. Elle doit condenser les résultats de ses travaux en un Code des Unités scientifiques et techniques, en le développant en unités fondamentales, dérivées primaires et dérivées secondaires.

Des tables de constantes numériques d'ordre chimique, physique et technologique doivent être publiées; elles sont en fait le résultat de l'application des mesures arrêtées aux données essentielles des sciences et de l'industrie.

4. *Nomenclature, terminologie, langue.* — Le développement de l'organisation internationale, celui de la vie internationale elle-même rencontrent un obstacle considérable dans la langue. Le problème est triple. Comment perfectionner le langage scientifique ? Comment répandre la connaissance des langages usuels et en régler l'usage international ? Comment introduire une langue auxiliaire internationale?

Le langage scientifique doit comprendre pour chaque branche de savoir les termes ou nomenclatures, les définitions, la classification systématique, les notations ou symboles, les schémas et diagrammes. Le perfectionnement de ces éléments est nécessaire si l'on veut disposer de moyens d'expression susceptibles de traduire intégralement la variété et la complexité des données de la science moderne; le perfectionnement peut être demandé aux efforts de tous.

Il y a donc lieu d'établir un système universel, à la fois interscientifique et international. Ce doit être l'œuvre de la coopération entre les associations, tendant à relier, harmoniser, simplifier, généraliser, en un mot systématiser et coordonner ce que d'aucunes ont déjà entrepris dans leur propre branche et ce que d'autres doivent être invitées à entreprendre.

5. *Documentation.* — Les Congrès de l'Union des Associations Internationales ont longuement traité de la question de documentation. Ils l'ont envisagée sous ses multiples aspects. Voici comment ils ont conclu :

Il y a lieu de former pour chaque branche de science et d'activité un système de publications, condensant l'ensemble des données fragmentaires et individuelles, et tenues constamment à jour (traité exposant systématiquement les données; encyclopédie alphabétique; périodiques concentrant les mémoires originaux et les informations nouvelles; catalogue des objets de la science; tableaux des données fondamentales;

recueil d'actes et de pièces fondamentales ; histoire de la science ; annuaire exposant son organisation) ;

Il y a lieu de former, pour chaque branche, des collections documentaires internationales (bibliothèques, musées et archives). — Chaque branche doit posséder aussi sa bibliographie complète, rétrospective et courante, en particulier la science pure, la technique (industrie), la médecine et la science sociale. Toutes les bibliographies particulières doivent être rattachées à la Bibliographie générale (Répertoire Bibliographique Universel). A cette fin, elles doivent se conformer à une méthode unitaire, en particulier par l'application d'une classification unitaire (classification décimale) et d'un mode de publication facilitant l'édition continue, rapide et en coopération (système de fiches condensées périodiquement en volume).

La bibliographie doit être complétée par des résumés, publiés d'une manière distincte, mais en connexion avec elle.

Des mesures d'ensemble doivent régler les échanges internationaux et les prêts de bibliothèque à bibliothèque.

Pour réaliser un tel programme dont tous les éléments déjà ont été étudiés en détail, il faut procéder à une refonte de ce qui existe. Une Union pour la Documentation doit relier en une organisation fédérative internationale les multiples organisations et services déjà créés. Les grandes associations internationales ont à y intervenir chacune pour leur spécialité et aussi les grandes institutions nationales de divers pays (Académies, Bibliothèques, Universités, Sociétés savantes). Un Institut international de Bibliographie et de Documentation doit agir comme organe exécutif d'une telle Union.

6. *Coordination et Coopération.* — Les Associations internationales ne peuvent se satisfaire d'une existence indépendante. Entre toutes les parties du savoir et de l'activité pratique il y a trop de corrélations pour justifier une « compartimentation » étanche. La science doit aider les applications et celle-ci fournit un aliment aux spéculations théoriques. Les unes et les autres ont à connaître les besoins sociaux et à contribuer à un plus large développement de toute la société. La coopération entre associations internationales est donc nécessaire.

La coopération peut porter soit sur l'objet même de l'activité des Associations (objet commun à plusieurs, mais envisagé à des points de vue divers ; programme et plan d'ensemble), soit sur les méthodes (unification des instruments, des systèmes d'unités, des éléments unitaires des travaux), soit sur l'exécution (coopération de travail impliquant répartition des tâches à accomplir ou coopération financière pour assurer les moyens de faire en une fois et au profit de tous ce qui dépasse les force isolées ou coûterait davantage).

La seule coopération ne suffit pas, la coordination est aussi nécessaire. Il y a trop d'associations, un trop grand nombre d'entre elles manquent de moyens adéquats à leur objet, beaucoup de fonctions reconnues nécessaires manquent d'organes. Une refonte générale s'impose.

Un rôle distinct doit être réservé aux associations de caractère officiel et aux associations libres, mais des relations permanentes doivent être établies entre les unes et les autres. Les associations internationales doivent agir comme Conseils supérieurs consultatifs des Unions administratives universelles et être représentées dans leur direction. Une procédure régulière doit être arrêtée qui leur permette de s'adresser directement aux institutions internationales officielles et qui leur confie soit un droit de pétition (transmission de vœux), soit même le droit d'initiative pour certains projets.

Une organisation générale à laquelle puissent se rattacher librement toutes les associations particulières est nécessaire. Elles doit avoir un siège fixe formant centre et travailler systématiquement, incessamment à accroître la coopération et la coordination, comme aussi à étendre les collections et les travaux communs. C'est la tâche que doit assumer l'Union des Associations internationales.

7. *Centre international.* — L'Union a créé à Bruxelles, avec le concours d'un grand nombre d'associations, un vaste Centre international.

Il comprend les offices permanents de beaucoup de ces associations et un ensemble de collections établies toutes en coopération : 1° la Bibliothèque collective internationale, formée de la réunion de 68 Bibliothèques adhérentes ; 2° les Répertoires élaborés par la direction de l'Institut international de Bibliographie. Le Répertoire bibliographique universel comprend onze millions de fiches classées par auteurs et par matières ; les Archives documentaires sont composées d'environ 10.000 dossiers et comprennent notamment 150.000 documents iconographiques ; 3° le Musée international, développant ses sections géographiques et ses sections comparées en 17 grandes salles. C'est une synthèse graphique des grands problèmes dont s'occupent les associations, une vue générale du monde et de son principal contenu.

Tous ces services ont été installés dans des bâtiments mis à la disposition de l'Union par le Gouvernement belge. Immédiatement avant la guerre des mesures étaient prises pour y affecter un vaste édifice. Des rapports avaient aussi préconisé l'adjonction au Musée de sections commerciales, la création d'une Université internationale et celle d'un Office international des Brevets.

II. — AVENIR DE L'UNION

La guerre est venue arrêter les travaux de l'Union. Depuis août 1914, la publication de la revue *La Vie internationale* a été suspendue. Le 3e Congrès mondial, qui devait avoir lieu en 1915 aux Etat-Unis, n'a pas eu lieu. Cependant, toutes les collections du Centre international sont demeurées intactes. Le Secrétariat général a continué hors Belgique à rester en relation avec beaucoup d'associations affiliées à l'Union. Deux publications ont paru au cours de la guerre dans la collection des Publications de l'Union : « Les Problèmes internationaux et la Guerre » (n° 50) et « La Constitution mondiale de la Société des Nations » (n° 51). Elles n'ont engagé que la responsabilité de leur auteur, mais elles ont largement mis en œuvre les travaux des Congrès mondiaux et cherché à les mettre au point des circonstances présentes. Une partie y a été consacrée aux questions d'organisation scientifique d'après guerre.[1]

L'Union maintenant va sortir de son inaction forcée. Un nouveau Congrès des Associations internationales va être convoqué à Bruxelles aussitôt que les circonstances le permettront. Il sera préparé par les représentants des Nations alliées. Son objet principal sera le problème de la reconstitution et l'aide qu'y peuvent apporter les organismes internationaux. Reprenant les travaux antérieurs de l'Union, le Congrès aura à les développer, à les compléter et avant tout à les mettre au point des besoins nouveaux. Les questions suivantes pourront s'inscrire à son programme.

1. *Composition des Associations internationales.* — Elle devra faire l'objet d'un nouvel examen. Par leur conduite dans cette guerre, les Empires Centraux ont creusé un fossé entre eux et le reste du monde. La reprise des relations économiques et intellectuelles ne saurait donc point ne pas être soumise à de sévères conditions. Il s'en suit que chaque association d'avant guerre va devoir procéder à un tel examen. Il serait éminemment désirable que des principes généraux de conduite pussent être adoptés. Déjà la Conférence interalliée des Académies scientifiques a commencé à en formuler quelques-uns, inspirés surtout des conditions propres à des corps officiels. Il faudra examiner aussi les conditions inhérentes aux associations libres. Le prochain Congrès de Bruxelles, organisé exclusivement par les délégations des nations alliées et neutres amies, aura à statuer tout d'abord sur cette question. Il a été proposé que son ordre du jour prévoie la possibilité pour les associations adhérentes de réunir au même moment leurs comités directeurs et de délibérer parallèlement au sujet de leur propre réorganisation.

2. *Rapports entre les divers groupes de sciences.* — Il y aura à envisager avec plus de précision les rapports qui doivent exister entre les sciences pures, les techniques, les activités économiques, sociales, morales et, par suite, entre les grands groupes d'organismes qui s'en occupent. Les sciences pures établissent les lois générales de la Nature et de l'Homme ; la technique en fait des applications aux machines, aux procédés, aux matières susceptibles de donner satisfaction aux besoins humains; les disciplines économiques établissent les conditions optima de la production et de la circulation; les sciences sociales sont appelées à définir les desiderata sociaux auxquels avant tout doivent répondre la technique et l'économique; les sciences morales dressent l'échelle des valeurs qui doivent déterminer la conduite. Une certaine hiérarchie s'impose si l'on adopte désormais le point de vue d'une civilisation harmonique. Les fins doivent avoir le pas sur les moyens; elles ont à inspirer largement l'ordre de priorité dans les programmes de recherches. D'autre part, à la proposition de l'Académie des Sciences de Washington de rattacher les Associations internationales de sciences pures à un Conseil international de recherches scientifiques devrait correspondre la proposition de créer aussi un lien organique distinct entre les Associations comprises dans les quatre autres groupes.

3. *La Collaboration scientifique.* — Le Congrès devra préciser aussi la grande question de la collaboration scientifique. Il devra tendre à concilier dans une organisation fédérative appropriée les nécessités de l'autonomie et de l'action individuelle d'une part, de l'action concentrée et coordonnée de l'autre. L'investigation, les Académies viennent de le rappeler, doit demeurer principalement individuelle. Mais l'outillage de la recherche, la discussion des découvertes, leur conservation et leur utilisation, ont besoin d'être largement collectifs. Des Associations internationales ou Unions sont nécessaires à cette fin, reposant sur des organismes nationaux, et ceux-ci à leur tour sur des organismes régionaux et locaux. Pour chaque branche d'étude et d'activité, nous devons posséder l'organisme central responsable de toutes les fonctions reconnues collectives, et qui donne lieu à programmes, méthodes, outillage, collections, publications, travaux à établir en commun. Dès lors, il s'agit de ne pas confondre la division du travail avec son éparpillement. A vingt associations aujourd'hui distinctes et sans lien il va falloir en substituer une qui sera divisée, s'il y a lieu, en sections. L'économie sera considérable. Les Académies alliées ont proposé sur ces bases la création d'une Union astronomique et d'une Union géophysique ; elles ont conçu l'établissement dans

1. PAUL OTLET : *Les Problèmes internationaux et la Guerre*, 500 p. Paris, Rousseau, 1916.
PAUL OTLET : *Constitution mondiale de la Société des Nations*, 250 p. Paris, Crès, 1917.

chaque pays d'un Conseil national de recherches agissant comme Conseil international auquel seraient rattachées les susdites unions. C'est entrer résolument dans une voie féconde. Toutes les associations internationales ont à examiner à nouveau leur organisation en prenant en considération de tels principes.

4. *La Société des Nations.* — L'établissement d'une Société des Nations, qu'elle soit réalisée en une ou plusieurs étapes, qu'elle prenne la forme d'une société universelle ou d'une simple Ligue permanente des nations belligérantes, va placer les associations internationales en face d'une situation nouvelle, éminemment favorable. Il ne peut plus s'agir, en effet, d'une simple société diplomatique des nations, mais aussi, par la force des choses, d'une société économique et intellectuelle [1]. Nous marchons avec une vitesse vertigineuse vers l'organisation de tous les rapports internationaux. L'entente entre les Gouvernements ne saurait créer qu'un cadre général à l'activité. A côté d'eux les Associations doivent intervenir, ici exclusivement officielles, là exclusivement libres, ailleurs d'un caractère mixte. La proposition suivante sera mise en discussion : « La « Société des Nations entretiendra à ses frais des « établissements internationaux destinés à faire « progresser les sciences, les techniques, les « lettres, les arts, l'éducation (universités, aca- « démies, musées, archives, laboratoires de re- « cherches, explorations, office des inventions). « Ces établissements internationaux serviront de « lien, d'organe de concentration et de complé- « ment aux établissements nationaux. L'Union « des États patronnera et subsidera les Asso- « ciations internationales qui y concourent. Elle « affectera à cet objet le sixième au moins des « ressources du budget international et un pre- « mier fonds d'un milliard sera destiné exclusi- « vement aux besoins scientifiques [2] ».

5. *Le Centre international.* — Le Congrès sera invité à statuer sur les mesures qui pourraient développer un tel centre. Les principes de centralisation et décentralisation seront examinés à nouveau. Cette question, en effet, comme bien d'autres, se pose en termes nouveaux depuis la guerre, notamment en ce qui concerne le rôle des Gouvernements. La proposition suivante sera soumise à la discussion : « La Société des Nations « aura son siège dans une capitale internatio- « nale dont le territoire sera internationalisé. « Le Conseil des États, la Cour de Justice, le « Parlement, ainsi que les services de l'Admi- « nistration internationale y seront installés. Les « Associations internationales libres seront in- « vitées à y organiser, sous la protection de « l'Union des États, leurs assemblées, services, « instituts, collections, de manière à en faire un « centre d'études et d'activités mondiales dans « tous les domaines [1] ».

6. *Les systèmes généraux.* — Les efforts particuliers ont à se rejoindre dans un effort général, les vérités partielles dans une vérité universelle. Ce sont là les lois du développement social et du développement intellectuel auxquelles ont à satisfaire les Associations internationales. De grands systèmes sont en élaboration, les premiers congrès en ont délibéré. Ils doivent maintenant se parfaire : système des unités, système de langages (terminologie, nomenclature, etc.), système de législation et réglementation, système de documentation. Additionnées et ensuite refondues en un ensemble, toutes les conclusions d'ordre pratique des Associations internationales ne constitueraient-elles pas un véritable système de conduite universelle et collective, un programme de politique scientifique ? Et les conclusions d'ordre scientifique, traitées de la même manière, ne constitueraient-elles pas le système de nos connaissances, une science générale, méthodes et résultats, en laquelle pourraient puiser tous les travailleurs pour faire avancer leurs investigations particulières ? L'heure semble venue de passer de la phase d'isolement à la phase de corrélation et d'universalisation.

*

La vision d'avenir décrite en 1910 et 1913 par les Congrès de l'Union des Associations internationales est confirmée par la marche du monde au cours des derniers événements. Il devient nécessaire de considérer dans leur ensemble la vie et le progrès des sociétés et, en partant de certains postulats communs, d'envisager comment, par quels organismes, méthodes, programmes et travaux peuvent être réalisés la coordination des efforts, la coopération, le rendement maximum. L'ère du gaspillage intellectuel, de l'inorganisation doit être close : les Associations internationales ont une structure assez souple pour s'adapter facilement et rapidement aux besoins sociaux. Elles sont des instruments indiqués pour l'enquête, le conseil, la réglementation et aussi l'exécution. Sous nos yeux s'achève dans notre société de grands mouvements largement esquissés avant la guerre. C'est la confédération des forces du travail et du prolétariat; c'est la confédération des forces du capital et du patronat. Les forces du troisième ordre, celles du savoir et de la science, n'ont-elles pas à se confédérer à leur tour et à apporter à notre monde appauvri et tant divisé par les luttes, des moyens nouveaux de bien-être et de solution rationnelle des antagonismes ?

Paul Otlet,
Secrétaire général de l'Union des Associations internationales.

1. Voir Paul Otlet : La société intellectuelle des Nations : *Scientia*, janvier 1919.
2. Art. 17 du projet de Constitution mondiale de la Société des Nations.

1. Art. 16 du projet de Constitution mondiale.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Annuaire pour l'an 1919, publié par le Bureau des Longitudes. — *1 vol. in-16 de 700 p. avec 14 fig., 5 cartes célestes en couleurs et 3 cartes magnétiques. (Prix : 3 fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1919.

L'Annuaire pour 1919 se divise en 5 chapitres, qui ont pour objets respectifs : le calendrier pour 1919, avec les prédictions et la comparaison avec les autres calendriers; la Terre (forme, dimensions, pesanteur, densité), avec des données sur la météorologie, la réfraction et le magnétisme terrestre; les coordonnées astronomiques des différents astres, avec un paragraphe sur les fuseaux horaires et l'heure légale dans les divers pays; les poids et mesures, en France et à l'Etranger; enfin, des données statistiques géographiques et démographiques, et des tables de survie, d'intérêt et d'amortissement.

Les notices scientifiques qui terminent généralement l'Annuaire sont dues cette année à M. Paul Appell, qui a tracé l'état actuel de nos connaissances sur un problème qui s'est imposé aux astronomes et aux géomètres dès la découverte de l'attraction universelle : celui des figures d'équilibre relatif d'un liquide homogène, en rotation, dont les éléments s'attirent suivant la loi de Newton, — et à M. Maurice Hamy, qui a exposé la question de la détermination interférentielle des diamètres des astres.

2° Sciences physiques

Turrière (Emile), *Professeur au Lycée de Montpellier.*— **Sur le calcul des objectifs astronomiques de Fraunhofer.** (*Fascicule 1 des* Travaux du Bureau d'études d'Optique du Service géographique de l'Armée). — *1 vol. in-8° de 123 p. avec 3 pl. Service géographique de l'Armée, Paris, 1918.*

Tous ceux qui, en France, s'intéressent à l'Optique géométrique ont applaudi à l'initiative prise par M. le Général Bourgeois, Directeur du Service géographique de l'Armée, en entreprenant la publication de la série d'études qu'inaugure la brochure de M. Turrière.

Jusqu'à ces tout derniers temps, cette branche de l'Optique n'était guère enseignée chez nous que dans les classes de Mathématiques spéciales, dont le programme, déjà très chargé, exclut tout ce qui concerne la théorie des aberrations. A l'étranger, au contraire, et en Allemagne en particulier, elle n'a jamais cessé de faire partie de l'enseignement supérieur; et ce sont les leçons de Abbe et de ses élèves qui ont formé les opticiens qui ont dirigé les grandes maisons Zeiss, Gœrz, Voigtlander, etc.

C'est la substance de cet enseignement que l'on trouve dans l'ouvrage de Czapski : « Die Theorie der Optischen Instrumenten nach Abbe », dans le très riche « Lehrbuch der Geometrischen Optik » de Gleichen, et d'une façon plus détaillée dans le traité publié par von Rohr avec la collaboration des ingénieurs de la maison Zeiss : « Die Bildsentstehung in den Optischen Instrumenten » (1904). A côté de ces traités classiques contenant l'exposé de la théorie, son application aux divers problèmes que pose la technique a fait l'objet, dans le même pays, de nombreux et importants mémoires publiés notamment par la *Zeitschrift für Instrumentenkunde.*

Les savants français n'ayant pris qu'une très petite part à ce développement de l'Optique appliquée, il était nécessaire, pour faciliter les recherches originales que ne peut manquer de provoquer la création d'un Institut d'Optique, de marquer l'état actuel de cette discipline scientifique. Déjà M. Bouasse, dans la première édition de son « Cours de Physique », avait donné un exposé succinct de l'Optique de Abbe, et dans un volume de l'*Encyclopédie scientifique*, J. Blein, — que la guerre nous a brutalement enlevé, — avait écrit un excellent résumé de ce qu'il y a d'essentiel dans les traités étrangers. Il restait à faire connaître aux lecteurs français les mémoires spéciaux relatifs aux méthodes de calcul des divers instruments d'Optique. C'est le travail qu'a entrepris, dans le Bureau d'études du Service géographique de l'Armée, un élève et collaborateur de M. Bouasse, M. Turrière, dont on connaît les déjà nombreux travaux sur les congruences de droites. Tous les lecteurs l'en remercieront, certains pour leur avoir rendu accessibles des travaux publiés dans des langues dont ils n'ont pas l'intelligence, mais tous pour avoir substitué à la lourdeur et à la complexité des exposés germaniques la clarté et l'élégance traditionnelle de l'enseignement français.

Dans cette première brochure, M. Turrière envisage le problème le plus simple que pose la technique, celui des objectifs astronomiques. Ces objectifs doivent être achromatiques, et corrigés de l'aberration sphérique dans l'axe et en dehors de l'axe. Ils sont en général formés de deux lentilles, d'épaisseur négligeable devant leur distance focale, en contact par leurs sommets et séparées par un intervalle d'air très réduit qui peut même être nul. Les formules actuellement le plus souvent utilisées dans le calcul des objectifs de ce type introduit par Fraunhofer ont été établies en 1887 par C. Moser, de la maison Goerz. Ces formules manquent totalement d'élégance et de symétrie et nécessitent l'emploi de paramètres auxiliaires nombreux et sans signification physique ou géométrique. M. Turrière a donc repris l'étude de la détermination des courbures des avant-projets des objectifs de Fraunhofer en posant les mêmes hypothèses que Moser, c'est-à-dire en supposant que le rapport de l'ouverture de l'objectif à la distance focale est très faible, mais en se proposant d'obtenir des équations dont tous les coefficients et toutes les inconnues aient une réelle signification physique et de leur donner une forme assez simple pour en permettre la discussion.

Ce travail se divise assez naturellement en deux parties. La première consiste précisément dans l'étude des objectifs de Fraunhofer. Dans le premier chapitre est envisagé le cas le plus simple : celui où les deux lentilles sont accolées. Il contient d'abord la détermination des courbures de l'objectif. Les formules obtenues se présentent sous une forme particulièrement simple, grâce au choix de l'inconnue principale, qui est le nul-invariant de Abbe attaché à la surface de collage des deux lentilles, et à l'introduction d'un paramètre auxiliaire λ qui représente soit l'inverse de la distance ou proximité dioptrique du point-objet par rapport à la lentille antérieure supposée dans l'air, soit la proximité du point conjugué, par rapport à la seule lentille postérieure supposée dans l'air, de l'image donnée par l'objectif.

Le second chapitre de cette première partie contient une curieuse interprétation géométrique des diverses équations du problème précédent. Si l'on porte sur deux axes de coordonnées rectangulaires les rapports au nul-invariant attaché à la surface de collage des nuls-invariants attachés respectivement à la première et à la dernière surface, la condition d'achromatisme est représentée par une droite qui passe par un point fixe; il en est de même pour la condition des sinus; quant à la condition qui supprime l'aberration dans l'axe, elle

donne une conique qui décrit également un faisceau ponctuel lorsque varie le couple de points conjugués pour lesquels on corrige l'aberration. Il résulte de là un procédé graphique de calcul des courbures.

Un troisième chapitre donne l'étude de l'équation du 5e degré qui détermine le choix des verres, pour que la condition des sinus soit *ipso facto* satisfaite dès que l'aberration chromatique et l'aberration de sphéricité dans l'axe sont supprimées. Cette équation, appelée en Allemagne «équation de Harting ou de von Hœgh», avait été indiquée bien antérieurement par Mossotti. Elle se présente sous une forme particulièrement simple et suggestive, si, comme le fait M. Turrière, on prend comme inconnue le rapport des pouvoirs dispersifs des deux verres à choisir. Ce rapport doit être plus faible dans la combinaison avec flint antérieur, de sorte que le choix des verres est plus facile que dans la disposition contraire. Le cas particulier où les deux verres associés ont deux indices très voisins est traité dans un quatrième chapitre.

Le cinquième chapitre étend les résultats déjà acquis aux objectifs de Fraunhofer dont les lentilles ne sont plus accolées. L'étude théorique des objectifs de Fraunhofer ainsi achevée, M. Turrière compare à ces objectifs ceux dans lesquels à la condition des sinus est substituée soit la condition de Prazmowski, qui impose à l'objectif une forme telle que les rayons lumineux le traversent sous le minimum de déviation, — soit la condition d'Herschel, qui maintient la correction de l'aberration sphérique dans l'axe quand le point-objet se déplace sur l'axe, — soit la condition d'Airy, qui supprime la distorsion. L'étude approfondie de la condition de Prazmowski montre qu'elle est pratiquement équivalente à la condition des sinus. Celle-ci, même lorsque l'aberration sphérique dans l'axe n'est pas supprimée, conserve ainsi une haute signification physique, puisqu'elle place l'objectif au minimum de déviation. Les conditions d'Herschel et d'Airy sont également pratiquement équivalentes. Ces quatre conditions peuvent être représentées par quatre droites parallèles dont le resserrement indique l'équivalence pratique. Les deux chapitres qui contiennent cette comparaison sont des plus nouveaux de tout l'ouvrage : on y trouve en particulier une élégante démonstration de l'équivalence entre la condition des sinus et la seconde équation de Seidel.

Quelques renseignements historiques et bibliographiques sur les objectifs de Fraunhofer forment le dernier chapitre de cette première partie.

La deuxième partie comprend quatre chapitres annexes. Le premier se rapporte à la véritable position du foyer d'un objectif imparfaitement corrigé de l'aberration sphérique, d'après Smith, Bessel et Gauss. Le second est consacré à un examen rapide des méthodes de calcul usitées en Angleterre depuis Coddington et aux ouvrages de D. Taylor (de la maison Cooke) et de Whittaker. Viennent ensuite la traduction du mémoire de Moser, qui contient l'historique des principes de la construction des divers types d'objectifs astronomiques, et celle de notes de M. von Hoegh sur l'équation qui détermine le choix des verres.

Des tables de calcul très commodes terminent cette monographie de l'objectif astronomique, que tous les opticiens seront heureux de connaître en souhaitant qu'elle soit suivie d'autres brochures relatives aux autres types d'objectifs.

F. Croze.

3° Sciences naturelles

Binet (Dr Léon). — **Recherches sur le tremblement.** — *1 vol. in-8° de 112 p.* (*Prix : 6 fr.*) *Vigot, éditeur, Paris*, 1918.

Excellente mise au point, avec documentation clinique personnelle abondante et recherches expérimentales. Le problème du tremblement est vaste, et L. Binet n'a pas craint de l'aborder dans son ensemble; comme cela s'imposait, il consacre les premières pages de sa thèse à la technique d'analyse et de représentation des oscillations qui constituent le tremblement (cinématographie, photographie, méthode du porte-plume, etc.). Le tremblement est un phénomène normal physiologique, constant, susceptible de variations considérables, que le travail[1], l'émotion, le froid, la douleur, etc., exagèrent. En pathologie, le tremblement présente des modalités nombreuses.

Pendant cette guerre, Binet l'a observé dans des conditions variables. Chez les blessés, il existe au niveau du membre atteint des oscillations caractérisées par leur irrégularité (type instable). Chez les commotionnés, il s'agit d'un tremblement à type périodique, que l'émotion augmente singulièrement. Le tremblement du goitre exophtalmique, fait de huit oscillations à la seconde, est atténué par résection de la thyroïde; celui des typhiques est du type instable; dans le paludisme, on note à côté du frisson un tremblement à tracé périodique.

L'expérimentation permet de reproduire le frisson fébrile, qu'on peut considérer comme analogue au frisson thermique (de Richet), et d'étudier les modifications du frisson thermique central sous l'influence des médicaments. Binet a constaté que la morphine, la scopolamine, le bromure de potassium, le valérianate d'ammoniaque arrêtent le frisson. La caféine, la pilocarpine, la nicotine l'augmentent ; deux extraits de glandes vasculaires le modifient : le corps thyroïde en l'augmentant, l'adrénaline en le diminuant. Il nous sera permis de rapprocher ce fait de celui que nous avons observé et publié : la phase d'excitation constatée parfois au début de l'anesthésie par le chloralose est supprimée par l'injection de suprarénine ou d'adréaline.

J. Gautrelet.

4° Sciences diverses

Caullery (Maurice), *Professeur à la Sorbonne.* — **Les Universités et la vie scientifique aux Etats-Unis.** — *1 vol. in-12 de XII-302 pages* (*Prix : 4 francs*). *Librairie Armand Colin, Paris*, 1917.

Cet intéressant ouvrage, écrit d'une plume aisée et informée, se divise en deux parties. La première est consacrée aux Universités ; elle décrit leur organisation, leur administration (rôle des *Trustees* et du Président, etc.), la vie des étudiants, la condition des professeurs et de leurs assistants, les écoles professionnelles qui font partie intégrante des Universités, l'extension universitaire, etc. En tout pays, le problème essentiel de l'Université est d'assurer aux étudiants une culture générale en même temps que les connaissances techniques nécessaires à l'exercice des professions auxquelles ils peuvent prétendre. La première question qui se pose aux Etats-Unis comme ailleurs est par conséquent celle de la formation de l'esprit du jeune étudiant. L'auteur montre, un peu brièvement peut-être, que c'est là un point faible en Amérique, où l'enseignement secondaire est moins solidement organisé qu'en France et n'offre pas les mêmes ressources, si bien que force est de le compléter à l'Université; il s'ensuit un temps perdu notable pour les études propres à celle-ci. Au contraire, les écoles professionnelles, depuis celles de droit et de médecine, jusqu'à celles d'architecture, de commerce, de journalisme, etc., c'est-à-dire les parties de l'Université préparant à des professions déterminées, sont remarquablement développées aux Etats-Unis; les écoles de commerce, d'ingénieurs et d'agriculture sont particulièrement florissantes. M. Caullery, à ce propos, a bien mis en lumière quelques-uns des inconvénients que présente chez nous la séparation absolue qui existe entre les écoles techniques et l'Université. Inconvénients et même dangers pour celles-là comme pour celle-ci. Danger social aussi. L'ingénieur, par exemple, en Amérique

1. L. Binet : Le travail et le tremblement : *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1918 (n° 7), p. 214.

« est jugé sur ses actes d'homme fait, non sur un concours de jeunesse, dont les conditions n'ont aucun rapport avec celles qui font la valeur de l'homme. On ne commence pas par éliminer, par voie de concours, la plus grande partie de la jeunesse, en donnant à une minorité une prime formidable, qui trop souvent la dispense de tout effort sérieux le jour où celui-ci devrait commencer et qui lui fait croire à une supériorité définitive, avant même qu'elle n'ait été mise à l'épreuve de la vie » (p. 137). Critique trop justifiée de notre Ecole Polytechnique.

La seconde partie de ce livre traite de la recherche scientifique. L'auteur y examine en des chapitres successifs la question de la recherche dans les Universités à côté de l'enseignement, la question des Instituts indépendants de recherches, celle des Musées d'histoire naturelle, celle des Services fédéraux de recherches à Washington, celle des Académies et des sociétés savantes et de leur rôle. Deux points apparaissent bien prédominants dans cet ensemble. D'un côté, il y a une tendance marquée aux Etats-Unis à développer, soit dans l'Université, soit plutôt en dehors d'elle, des institutions de recherches autonomes et spéciales pour chaque science, sans que ceux qui dirigent les laboratoires constitutifs de ces organisations aient la moindre charge d'enseignement. La simple description de ce qui s'est fait en Amérique dans cette direction suffit à montrer quelle voie féconde a été ouverte ainsi dans ce pays à la science. Si l'étude expérimentale de l'hérédité et celle de l'évolution, si l'eugénique, bref, si nombre de questions de biologie générale ont reçu aux Etats-Unis un développement remarquable et fait des progrès qui ont singulièrement augmenté nos connaissances, c'est à ces Instituts qu'on le doit. Peut-être cependant, trop frappé par l'importance qu'ils ont prise, M. Caullery n'a-t-il pas assez mis en lumière l'œuvre originale des Universités; car c'est bien dans celles-ci, si je ne me trompe, c'est bien grâce à des professeurs de l'Université, grâce à leur travail dans les laboratoires qu'ils dirigent à ce titre, que la bio-chimie, la physiologie expérimentale et la psychologie expérimentale ont, depuis une vingtaine d'années, acquis un développement comparable, supérieur même pour la psychologie, à celui que ces sciences présentent dans n'importe quel grand pays européen. Dans ces domaines, les Américains récoltent déjà les fruits que promettaient l'excellence de l'organisation et la perfection de l'outillage de leurs laboratoires. Grave avertissement donné aux Administrations attardées qui s'imaginent encore que la pénurie des moyens matériels qu'il a à sa disposition n'est pas une gêne pour le savant et que celui-ci peut suppléer par l'intelligence à tout ce dont son laboratoire manque. Il n'en est pas moins vrai que, d'une façon générale, la création de grands Instituts de recherches, richement dotés, servira merveilleusement la science aux Etats-Unis; déjà l'Institut Rockefeller de médecine expérimentale, la Station expérimentale de recherches sur l'évolution et le Laboratoire de la nutrition de l'Institut Carnegie en ont fourni des exemples saisissants; nul doute qu'ils ne continuent à travailler brillamment. — Une autre institution américaine sur laquelle M. Caullery a particulièrement appelé l'attention est la *National Academy of Sciences*; il montre en quoi elle diffère de notre Académie des Sciences et pourquoi elle est beaucoup mieux adaptée aux conditions actuelles de la science; ici il convient de citer : « Tandis que tant de choses se sont renouvelées depuis un siècle, l'Institut garde encore, pour ainsi dire sans retouches, le statut que Bonaparte lui a octroyé. L'Académie des Sciences, pour sa part, a toujours ses onze sections de six membres, établies d'après l'état des connaissances à la fin du XVIIIe siècle, mais dont l'inégalité numérique et la délimitation ne sont plus en harmonie avec les rapports présents de sciences... Avec sa constitution présente, l'Académie accueille presque tous ses membres trop tard, la plupart après la phase vraiment productrice de leur carrière. Ainsi son influence, très grande en fait, est exercée par des hommes dont la majorité n'est plus à l'âge des entreprises et des vues sur l'avenir. Fatalement, une collectivité, où dominent des hommes âgés, a une tendance à avoir quelque méfiance pour ce qui semble devoir bouleverser les notions auxquelles elle est habituée » (p. 256-257). Et de cet état d'esprit M. Caullery donne des preuves que l'on ne connaît que trop; puis il conclut : « Il n'est pas bon que le corps scientifique, qui dispose de la plus haute influence morale, soit composé surtout d'hommes qui sont à la fin de leur carrière. C'est établir fatalement une gérontocratie, qui tend à arrêter l'élan des générations jeunes » (p. 258). Le remède, c'est une constitution plus large, sur le modèle de l'Académie américaine et de la Société Royale de Londres, sans sections rigides et immuables ou avec des sections plus souples, modifiables suivant le progrès des sciences et dont le nombre des membres n'est pas fixe.

Voilà un enseignement à tirer pour nous de ce que l'auteur nous dit des Etats-Unis. Il y en a bien d'autres que, dans un dernier chapitre de conclusions générales, il a rassemblés et fermement présentés. C'est d'abord la trop grande dépendance de nos Universités vis à vis de l'Administration centrale et la nécessité de leur laisser plus de liberté. C'est l'excès d'individualisme de nos étudiants non moins que de nos professeurs et l'utilité qu'il y aurait à introduire dans la vie des uns et des autres plus de solidarité. C'est le peu de place que les sciences appliquées occupent encore dans nos Universités; ici l'auteur est revenu sur la question de l'Ecole Polytechnique dont il critique de nouveau avec force le principe ainsi que l'enseignement[1]. C'est l'insuffisance des moyens de recherche mis à la disposition de nos professeurs et, à ce propos, M. Caullery insiste encore avec raison sur la question de la création d'instituts exclusivement consacrés à la recherche. « La France, dit-il justement, — et c'est ce que j'ai eu l'occasion d'écrire aussi moi-même, — avait montré la voie depuis fort longtemps. Le Collège de France et le Muséum répondent à cette conception; mais la place qu'on y a conservée à l'enseignement verbal a été trop rigide, au moins pour les sciences expérimentales, et on a, par contre, laissé les laboratoires dans un état souvent lamentable » (p. 279); et il ajoute plus loin : « Si donc nos universités, au lieu d'être vivifiées, outillées et subventionnées comme elles le doivent être, restaient, au lendemain de la paix, ce qu'elles sont aujourd'hui, nous ne tarderions pas à être loin en arrière des nations qui aspirent, non à dominer le monde, mais à vivre d'une vie indépendante, sans être les satellites de celles qui produiront et qui fatalement règleront les conditions des autres » (p. 282). La conséquence s'impose : il faut agrandir et améliorer nos laboratoires, il faut développer nos Universités qui ne sont plus adaptées aux conditions du monde présent. C'est la thèse que j'ai soutenue ici même (15 juin 1917) en me plaçant au point de vue d'une science spéciale. Exactement informé des conditions de la recherche scientifique en France, M. Caullery montre clairement que nos institutions, brillantes et fécondes il y a 100 ans, sont surannées. Il faut réformer hardiment... ou se condamner à végéter.

On saura grand gré à l'auteur d'avoir écrit un livre si utile au moment présent.

E. Gley,

Professeur au Collège de France.

---

1. « L'Ecole polytechnique..., conclut-il (p. 291), est, à divers égards, un anachronisme dans l'enseignement supérieur moderne. Le contraire serait étonnant, si l'on songe qu'elle n'a pour ainsi dire pas changé depuis un siècle, et c'est une suprême anomalie qu'aujourd'hui encore le Ministère de la Guerre règle les destinées et modèle le régime d'une école d'ingénieurs. »

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Janvier 1919

1° Sciences mathématiques. — M. H. **Deslandres** : *Sur la réforme du calendrier.* A propos du projet de réforme du calendrier récemment préconisé par M. Bigourdan (voir p. 91), l'auteur fait remarquer que cette question a déjà été souvent étudiée et a donné lieu à de nombreux projets analogues. Non seulement on a demandé une année formée de 4 trimestres égaux de 91 jours et de 1 ou deux jours supplémentaires, mais on a réclamé la rupture de la continuité de la semaine pour l'intercalation des jours supplémentaires, de manière que les mêmes dates correspondent toujours aux mêmes jours de la semaine. M. Deslandres considère cette seconde amélioration comme la plus importante et la plus utile. Enfin une troisième amélioration consisterait dans un déplacement de l'origine de l'année qui mette les quatre trimestres en meilleur accord avec les saisons astronomiques; la meilleure origine serait le solstice d'hiver (22 déc. actuel).

2° Sciences physiques. — M. **E. Brazier** : *Influence de la vitesse du vent sur la distribution verticale et les variations des éléments météorologiques dans les couches basses de l'atmosphère.* 1° Pour une variation diurne donnée de la quantité de chaleur envoyée au sol par le Soleil, l'amplitude A de la variation diurne de la température de l'air au voisinage immédiat de la surface terrestre est plus forte par vent faible que par vent fort. 2° A partir d'un certain niveau dont la hauteur peut varier avec la saison et le lieu d'observation et qui, en avril et au-dessus de Paris, est inférieur à 200 m., l'amplitude de la variation diurne de la température de l'air croît, toutes choses égales d'ailleurs, avec la vitesse du vent. 3° Il semble donc que, dans ce cas, on puisse conclure à l'existence d'une certaine couche d'air située à une hauteur relativement assez faible au-dessus du sol et dans laquelle la variation diurne de la température est indépendante de la vitesse du vent. — M. **E. Esclangon** : *Sur une nouvelle détermination de la vitesse du son à l'air libre.* L'auteur a effectué en 1917 et 1918 à Gâvre, avec M. Foex, la détermination de la vitesse du son à l'air libre, en opérant par tous les temps, même par les plus grands vents, par des températures qui ont varié de 0° à 20°, enfin avec tous les calibres de canons. Les observations se divisent en deux groupes. Le premier, se rapportant aux vents forts et irréguliers allant jusqu'à 18 m., a donné des résultats comportant des écarts très importants allant jusqu'à 3 m., indice d'erreurs systématiques, mais inconnues, dues à l'influence du vent. Le second, se rapportant à des vents d'apparence régulière, de vitesses comprises entre 0 et 10 m., a donné pour la vitesse du son ramenée à 15° (en air sec) le nombre 339 m. 9. Regnault avait obtenu en air calme 339 m. 7. — M. **G. Déjardin** : *Calcul du rapport des chaleurs spécifiques principales du benzène et du cyclohexane par la méthode cyclique de M. Leduc.* L'auteur a obtenu pour le benzène $\gamma = 1,106$ à 20° et 1,116 à 100°; pour le cyclohexane, γ varie peu entre 20 et 90° et semble voisin de 1,077. On peut déduire du principe de l'équipartition de l'énergie la formule : $\gamma = 1 + 2/(\mu + \lambda)$, où μ et λ désignent respectivement les nombres de degrés de liberté relatifs à l'énergie cinétique de la molécule et à l'énergie potentielle intramoléculaire. Si l'on assimile la molécule de vapeur de benzène à un système de 3 sphères polies et indéformables disposées au sommet d'un triangle, disposant donc de 18 degrés de liberté, et la molécule de cyclohexane à un système de 3 solides non sphériques et non parfaitement de révolution autour d'un axe (correspondant aux 3 groupes C^2H^4), disposant donc de 27 degrés de liberté, on trouve pour γ des valeurs différant peu des valeurs expérimentales. — M. **Horsch** : *Méthode de réduction rapide du chloroplatinate de potassium.* Le précipité de chloroplatinate, bien lavé avec l'alcool à 80 °/₀, est dissous sur le filtre par l'eau bouillante et reçu dans un creuset de platine pesé; on ajoute 2 ou 3 cm³ d'alcool et chauffe au bain-marie bouillant. Bientôt le platine commence à se précipiter à l'état métallique en adhérant solidement à l'intérieur du creuset; la réduction est complète en 25 minutes. On verse le liquide, lave à l'eau distillée, sèche, calcine et pèse le creuset. Cette réduction par l'alcool n'a lieu qu'en présence de Pt métallique; elle ne se fait pas dans des vases de verre ou de porcelaine.

3° Sciences naturelles. — MM. **Ph. Dautzenberg** et **G. Dollfus** : *Une plage soulevée aux environs de Saint-Malo.* Les auteurs ont découvert au hameau de Saint-Joseph, entre Saint-Servan et Paramé, les restes d'un ancien rivage correspondant à l'altitude de 8 m. Son épaisseur est de 1,2 m. et il repose directement sur le granit. Les auteurs y ont trouvé 42 espèces de coquilles de mollusques, semblables à la faune des baies rocheuses du voisinage; il n'y a aucune variété spéciale, ni aucun changement dans la proportion relative des formes. — M. **P. Bertrand** : *Sur la flore du bassin houiller de Lyon (bassin houiller du Bas-Dauphiné).* Le terrain houiller du nouveau bassin du SE et de l'E de Lyon paraît comprendre 3 groupes de dépôts, qui sont de haut en bas : la grande formation poissonneuse et bitumineuse de Genas-Chassien, la formation charbonneuse, la formation de base, cette dernière reposant partout sur les terrains cristallophylliens, en complète discordance. Les plantes houillères recueillies dans tous les sondages sans exception appartiennent toutes à la flore de Saint-Etienne, et non à celle de Rive-de-Gier. Les couches de houille de Lyon paraissent représenter les couches inférieures de Saint-Etienne : les schistes bitumineux de Genas représenteraient probablement les couches supérieures. — M. **L. Joleaud** : *Relations entre les migrations du genre* Hipparion *et les connexions continentales de l'Europe, de l'Afrique et de l'Amérique au Miocène supérieur.* L'auteur montre que les récentes données acquises sur le genre *Hipparion* permettent de conclure à l'existence très probable, au Miocène supérieur, entre l'Ancien et le Nouveau Monde, de terres émergées par lesquelles l'*Hipparion* et divers autres genres de Mammifères ont pu venir d'Amérique en Europe et en Afrique. — M. **L. Moreau** : *L'architecture du calcanéum en stéréoradiographie.* L'auteur montre que la radiographie stéréoscopique permet beaucoup mieux que la méthode des coupes en série de démêler l'architecture des os. Pour le calcanéum, en particulier, elle révèle l'importance structurale des fibres thalamiques, auprès desquelles les fibres achilléennes et surtout plantaires n'ont dans la trabéculation qu'un rôle tout à fait secondaire. Cela explique pourquoi, dans la plupart des cas de fracture, le système ogival sous-thalamique règle le cheminement du trait fissulaire. — MM. **H. Vincent** et **G. Stodel** : *Les résultats du traitement de la gangrène gazeuse par le sérum multivalent.* Le sérum provient de chevaux ayant reçu des doses progressivement croissantes de cultures de 16 races microbiennes appartenant aux groupes : *Bac. perfringens* et vibrion septique; *Bac. œdematiens* et *Bac. Bellonensis*; *Bac. putrificus* et *sporogenes*. Sur 81 malades traités par ce sérum, 69 ont guéri, dont plusieurs dans un état désespéré; quelques-uns, où une amputation jugée nécessaire n'avait pu être accomplie en raison de leur état de faiblesse, ont conservé leur membre, le processus gangréno-gazeux ayant été enrayé par la sérothérapie.

Séance du 27 Janvier 1919

M. W. Kilian est élu Membre non résidant en remplacement de M. P. Duhem, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. Ch. Rabut : *Principes et règles scientifiques pour l'établissement des longs tunnels sous nappe d'eau.* La méthode de l'auteur a pour principe de subordonner la détermination du tracé en plan et en profil, tous les autres dispositifs du projet et tous les moyens d'exécution, à l'obligation majeure de prévenir l'inondation, subsidiairement d'en atténuer les effets. D'où la règle pratique d'affecter à l'étanchéité, en les intensifiant, tous les moyens dont on usait jusqu'ici en vue de l'économie, économie apparente qui, en fin de travaux, s'est toujours trouvée illusoire.

2° Sciences physiques. — M. V. Crémieu : *Recherches expérimentales sur la gravitation.* Si l'on admet *a priori* que l'attraction newtonienne est due à une propriété encore inconnue de l'éther du vide, il est naturel de chercher s'il n'existe pas de relation entre cette propriété inconnue et les propriétés élastiques bien connues de l'éther, c'est-à-dire les propriétés électromagnétiques. Dans ce but, l'auteur a exploré le champ électromagnétique au voisinage immédiat d'un cylindre de plomb pesant 50 kg. et tournant à 1200 tours par minute. Il a reconnu que le balayage de l'espace par des lignes de force gravifique, parallèlement à un plan, et même la torsion du plan de balayage ne modifient pas les propriétés élastiques de l'éther électromagnétique. Si la masse est due à une propriété de l'éther du vide, celle-ci n'a donc pas d'action sur les propriétés classiques de l'éther. — M. G.-A. Le Roy : *Sur les incendies provoqués par les ondes hertziennes.* L'auteur a constaté plusieurs cas d'incendies où, toutes les autres causes possibles étant éliminées par l'examen des faits, aucune autre explication de l'origine des incendies n'était admissible que l'intervention malencontreuse des ondes hertziennes. L'auteur a reproduit au laboratoire des phénomènes du même ordre au moyen d'un dispositif dénommé *résonateur-inflammateur*, qui, influencé par des ondes hertziennes relativement peu intenses, détermine l'inflammation de substances combustibles diverses, telles que : fulmi-coton, amadou, étoupes, papier, coton en ouate, laine ensimée, etc. — M. R. Swyngedauw : *Sur les pertes d'énergie dans les diélectriques des câbles armés.* Lorsqu'on charge un câble triphasé à une différence de potentiel alternative donnée entre les trois âmes connectées ensemble et l'enveloppe, l'auteur a reconnu que la presque totalité de l'énergie absorbée par le câble ainsi alimenté l'est dans les isolants plutôt que dans les conducteurs. Cette absorption est sous la dépendance de la température; le diélectrique étouffe d'autant moins les surtensions que les âmes sont plus chaudes, c'est-à-dire que le courant y est plus intense et depuis un temps plus long. — M. E. Ariès : *Formule donnant la chaleur de vaporisation d'un liquide.* Cette formule, assez compliquée, est déduite par l'auteur de son équation d'état dans laquelle les covolumes α et β sont fonctions de la température. — MM. F. Bourion et Ch. Courtois : *Sur les conditions d'utilisation de l'appareil de Schilling pour le contrôle de l'hydrogène industriel.* Les auteurs montrent qu'il est impossible, sans commettre des erreurs graves, de déterminer la force ascensionnelle de l'hydrogène industriel par l'appareil de Schilling, en traitant les gaz comme s'ils étaient secs, ainsi qu'on le fait dans la pratique courante. Les auteurs ont établi une table de correction à double entrée en tenant compte de la tension de la vapeur d'eau. Cette correction a une valeur absolue et est indépendante de l'impureté gazeuse qui souille l'hydrogène sec. — MM. P. Jolibois et A. Sanfourche : *Sur la constitution des vapeurs nitreuses.* Si l'on mélange l'air et le bioxyde d'azote dans les proportions nécessaires pour former N^2O^3, la combinaison est instantanée; au bout de 1/10e de seconde, la réaction est complète. Après 100 secondes de contact, il ne s'est pas formé de composés nitriques. Si l'air et NO sont dans les proportions nécessaires pour former NO^2, la combinaison atteint très rapidement le stade N^2O^3; après 1 seconde, il n'y a pas sensiblement de peroxyde formé; après 20 sec., la proportion est de 34 %, après 37 sec. de 68 %, après 100 sec. de 92 %. Si l'oxygène est fourni en excès, soit pur, soit sous forme d'une proportion d'air plus élevée, les temps constatés pour la formation de N^2O^4 sont du même ordre de grandeur. Dans aucun cas, et quelque prolongé que soit le contact, l'oxydation n'est allée plus loin que le stade N^2O^4. — MM. Em. Bourquelot et M. Bridel : *Synthèses biochimiques simultanées du gentiobiose et des deux glucosides β du glycol par l'émulsine.* En soumettant à l'action de l'émulsine un mélange de 2 mol. de glucose, 1 mol. de glycol et d'eau, les auteurs ont pu en retirer successivement, au cours de 4 ans, à l'état cristallisé trois principes différents : un polysaccharide, le gentiobiose, et deux glucosides, les mono- et di-glucosides β du glycol. Ce résultat confirme l'hypothèse des auteurs, d'après laquelle, si la proportion d'alcool est forte par rapport à celle du glucose, on n'obtient guère que le glucoside, tandis que s'il y a plus de glucose que d'alcool dans le mélange soumis à l'action synthétisante de l'émulsine, il se forme surtout des polysaccharides. — M. E. Mathias : *La pluie en France. Calcul des anomalies et du coefficient d'altitude.* L'auteur décrit une méthode de calcul de ce qu'il a appelé les « anomalies » dans les chutes de pluie (voir p. 92). L'application de cette méthode à la France, y compris la Corse, montre que le coefficient d'altitude k est constant en tous les points d'un parallèle géographique, cette valeur croissant avec la latitude proportionnellement à celle-ci.

3° Sciences naturelles. — M. J. Répelin : *Sur un point de l'histoire de l'Océan Pacifique.* L'auteur a trouvé dans des calcaires rapportés d'une des îles basses Touamotou par M. Rozan des moules de divers mollusques appartenant à l'Eocène. Ainsi les coraux qui étaient considérés comme constituants uniques de ces îles reposent, en réalité, sur une base de Tertiaire érodée. La mer éocène, dont les dépôts sont répartis dans un grand géosynclinal s'étendant du Japon à la Nouvelle Zélande, avançait donc bien plus à l'Est et au Nord qu'on ne l'admettait jusqu'ici, dans la partie centrale du Pacifique méridional. — M. L. Mangin : *Sur l'action nocive des émanations de l'usine de Chedde.* L'auteur a constaté que les émanations de l'Usine de Chedde (Haute-Savoie) donnent naissance, après une série de décompositions, à de l'acide chlorhydrique qui est dissous dans les gouttelettes d'eau des brouillards. Ces gouttelettes, condensées sur les aiguilles des *Epicea*, les pénètrent et les tuent rapidement sans que ces plantes aient le temps de réagir contre l'action du liquide toxique. Au contraire, chez le Pin sylvestre et le Sapin pectiné, la présence de ce liquide provoque une réaction énergique de défense. La division et l'hypertrophie cellulaires, accompagnées d'une excrétion gommeuse dans les lacunes chez le Pin sylvestre, la muraille continue de liège chez le Sapin pectiné, protègent efficacement les feuilles contre l'action toxique et expliquent la résistance relative de ces plantes. Aucune différence anatomique essentielle ne distingue les tissus des feuilles de l'*Epicea*, du Pin sylvestre ou du Sapin, et il n'est pas possible actuellement de justifier par la structure la grande sensibilité de l'*Epicea* à l'action toxique qui provoque sa disparition rapide dans la région contaminée. — M. J. Pantel : *Le calcium, forme de réserve dans la femelle des Phasmides; ses formes d'élimination dans les deux sexes.* On peut admettre que le carbonate de calcium, signalé dans les tubes de Malpighi inférieurs de la femelle, chez les Phasmides, fonctionne principalement comme un matériel de réserve pour la minéralisation de l'œuf. La principale forme d'élimination du calcium chez les Phasmides est un sel assez rarement signalé dans l'appareil rénal des insectes : le phosphate $Ca\,H\,PO^4$. — MM. C. Delezenne et H. Morel : *Action catalytique des venins de serpents sur les acides nucléiques.* Les auteurs ont constaté que les venins de serpents ont la propriété de libérer l'acide phosphorique qui entre

dans la constitution des acides nucléiques. Les venins les plus toxiques sont ceux qui dédoublent le plus aisément les acides nucléiques. Mais il n'y a aucune proportion entre la quantité de matière transformée et la dose de venin utilisée. — M. **A. Vernes** : *Le graphique du syphilitique.* Il est impossible de faire un diagnostic certain de syphilis à la suite d'un seul examen de sérum, car il n'y a que la forme de la courbe obtenue dans une série d'examens successifs qui puisse permettre de se prononcer catégoriquement. — M. **R. Douris** : *Sur l'emploi des sérums chauffés dans la séro-réaction de Vernes (séro-diagnostic de la syphilis).* Le chauffage des sérums entraîne une modification de l'état colloïdal de la plus haute importance. Il est nécessaire de chauffer les sérums dans les conditions bien définies par Vernes si l'on veut que l'écart d'hémolyse observé conserve sa valeur d'indice syphilimétrique. — M. **Alb. Berthelot** : *Recherches biochimiques sur les plaies de guerre.* L'auteur a reconnu que les plaies de guerre peuvent être infectées par des germes analogues au *Bac. aminophilus*, qu'en collaboration avec D. M. Bertrand il a isolé de la flore intestinale de l'homme, et capables, comme ce microbe, de produire des bases très toxiques aux dépens des acides aminés libérés dans la plaie par les protéases bactériennes ou leucocytaires. Ces bases interviennent sans doute dans la genèse de certaines complications locales. — M. **A. Paillot** : *La pseudo-grasserie, maladie nouvelle des chenilles de* Lymantria dispar. L'auteur a isolé d'une chenille de *Lymantria dispar* qui présentait les symptomes extérieurs de la grasserie et de la flacherie deux coccobacilles qu'il nomme *Bac. lymantricola adiposus* et *Bac. lymantriæ β*. Le premier est pathogène pour les chenilles de *Vanessa urticæ*, d'*Euproctis chrysorrhea*, du ver à soie, et y reproduit les symptômes d'une même maladie que l'auteur appelle *pseudo-grasserie*, à cause de sa ressemblance extérieure avec la grasserie. L'action pathogène de ce microbe se manifeste surtout par la désorganisation du tissu adipeux.

Séance du 3 *Février* 1919

M. **P. Viala** est élu membre de la Section d'Economie rurale, en remplacement de M. Müntz, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edm. Maillet** : *Sur le mouvement graduellement varié et la propagation des crues.* L'auteur arrive aux résultats suivants : A l'aval d'un point x_1 où une crue est simple, l'onde niveau est simple: la hauteur du maximum local, qui précède le maximum de l'onde niveau, va en diminuant vers l'aval. Dans une crue multiple, si un maximum local se relève en se propageant, il est précédé à un instant antérieur en x_1 d'un maximum local plus élevé qui s'affaisse. Les résultats sont analogues, en général du moins, pour les minima. On arrive à des conclusions toutes semblables pour les débits : un maximum ou un minimum de l'onde débit coïncide d'ailleurs respectivement avec un maximum ou un minimum local des hauteurs.

2° Sciences physiques. — M. **A. Nodon** : *Recherches sur une nouvelle méthode de prévisions météorologiques* L'auteur poursuit, depuis plus de dix ans, des recherches sur les relations existant entre les troubles visibles de la surface solaire, les troubles électriques et magnétiques terrestres et ceux de l'atmosphère. L'étroite relation qui unit ces divers phénomènes lui a permis d'établir une nouvelle méthode de prévision de l'état de l'atmosphère dans une région déterminée, telle que l'ouest de l'Europe. Cette méthode, appliquée avec succès par le Bureau militaire météorologique, a permis d'y faire des prévisions météorologiques très satisfaisantes 3 ou 4 jours à l'avance. — MM. **Gutton** et **Touly** : *Oscillations électriques non amorties de courte longueur d'onde.* Au cours de recherches de radiotélégraphie militaire, les auteurs ont réalisé un appareil permettant d'entretenir des oscillations aussi fréquentes que les oscillations de Hertz. Pour obtenir des oscillations de longueurs d'onde aussi courtes, les auteurs ont constitué le circuit oscillant avec la capacité très faible du condensateur formé par la grille et la plaque de la lampe et la self-induction des seuls fils de connexion nécessaires. La condition d'entretien et la condition à réaliser afin d'obtenir la plus grande amplitude possible sont les mêmes que dans le cas des oscillations de gran des longueurs d'onde. — M. **G. Claude** : *Sur une application nouvelle de la viscosité.* L'auteur a utilisé à la fabrication d'un canon de tranchée la résistance considérable des corps visqueux aux efforts énormes, mais presque instantanés. Dans un trou du sol, on vide quelques seaux d'un mélange de brai et de goudron; dans ce brai, immergé de 60 cm. et reposant sur une plaque de fer placée sur le sol dur du fond de la tranchée, on place un tube d'acier constituant le canon lui-même, sur lequel s'enfilent les projectiles. Grâce à l'obéissance du brai aux efforts prolongés, ce tube-canon peut subir aisément tous les déplacements lents voulus par le pointage. Arrêté en bonne place par un support approprié, il n'en bougera plus de tout le tir, grâce à l'énorme rigidité du brai aux coups de canon. — M. **Paul Gaubert** : *Les cristaux liquides de l'acide agaricique.* L'acide agaricique chauffé, après avoir perdu son eau de cristallisation, fond en un liquide isotrope qui, par refroidissement lent, donne des cristaux liquides tantôt appartenant au système cubique, tantôt biréfringents et optiquements positifs. Les deux formes se colorent par le bleu de méthylène.

3° Sciences naturelles. — M. **M. Mirande** : *Sur le chondriome, les chloroplastes et les corpuscules nucléolaires du protoplasma des* Chara. Par la méthode de Regaud, l'auteur a mis en évidence chez plusieurs espèces de *Chara* un chondriome constitué par de petites mitochondries granuleuses, ou sous forme de très courts bâtonnets. Les chloroplastes, qui sont placés dans la couche périphérique immobile de faible épaisseur du protoplasme apparaissent dans les cellules initiales des points végétatifs et se différencient progressivement en émigrant vers la périphérie. Les corpuscules nucléolaires sont en partie expulsés par le noyau lui-même, en grande partie abandonnés dans le protoplasme par des noyaux qui s'y sont fondus. — M. **Marage** : *Le timbre de la voix chez les sourds et muets.* Pour modifier la voix des sourds-muets, il faut, ou bien développer leur audition de manière à les faire passer dans la catégorie des demi-sourds, ou bien, si cela ne peut se faire, développer l'action de leurs muscles intra- et extra-laryngiens. Il ne semble pas impossible d'obtenir ces résultats avec les procédés déjà décrits par l'auteur.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 *Janvier* 1919

MM. **G. Boyé** et **R. Guyot** : *Contribution à la lutte contre les mouches.* Les auteurs ont essayé quelques produits chimiques ou organiques pour la destruction des mouches à l'état larvaire ou adulte. Pour les larves, les substances caustiques, alcalis ou acides, crésylol sodique, leur ont donné les meilleurs résultats. Dans la lutte contre les mouches adultes, de nombreuses observations leur ont montré que les mouches semblent plus particulièrement attirées vers les substances organiques en décomposition et vers les substances sucrées. Aussi ont-ils associé à la plupart des produits essayés du sucre ou du sirop. Parmi les substances expérimentées, deux doivent retenir surtout l'attention : le cobold (ou arsenic noir) d'une part, et l'huile de ricin (additionnée au besoin de quelques gouttes d'huile de croton) d'autre part.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 *Janvier* 1919

M. **P. Portier** : *Développement complet des larves de Tenebrio Molitor obtenu au moyen d'une nourriture stérilisée à haute température* (130°). Les animaux, dans ces conditions, sont approvisionnés de symbiotes

par un mécanisme spécial : cryptogames ou microorganismes inclus dans leurs tissus, qui s'y développent et échappent à la carence. — M. **Michel Siedlecki** : *Quelques remarques à propos de ce qu'on appelle « la position terrifiante » des animaux.* 1° La position de bataille et celle qu'on appelle terrifiante ne sont pas les mêmes. 2° Très souvent la position terrifiante n'a pas de valeur pour la défense de l'animal. 3° La position terrifiante peut être provoquée non seulement par la présence de l'ennemi au voisinage de l'animal, mais aussi par différents autres agents, soit la fatigue, soit en général une irritation de tout l'organisme. — M. le Dr **Bonnefon** : *« Régénération » n'égale pas « Reviviscence ».* Les éléments cellulaires *morts* sont remplacés par des cellules étrangères au greffon. Il y a donc régénération et non reviviscence. Quand à la trame connective du greffon qui sert de canevas à cette régénération, elle n'a pas à mourir, ni par conséquent à survivre ou revivre, puisque c'est un « coagulum inerte ». Elle ne peut qu'être assimilée. Tous ces faits ont été étudiés et interprétés au cours de recherches d'avant-guerre sur la greffe de la cornée. — M. **J. Mawas** : *Nouveau procédé de coloration du fer dans les tissus. Action de l'alizarine-monosulfonate de sodium sur le fer inorganique.* Ce procédé donne une coloration polychrome : le fer est coloré en brun noir, les noyaux en violet rouge, le fond de la préparation en rose. Les colorations obtenues sont stables. — M. **Ed. Retterer** : *Du cartilage articulaire et costal des individus adultes et vieux.* Chez les individus adultes et vieux, la zone du cartilage sérié est formée de cellules toutes encapsulées ; la zone calcifiée, de cellules qui sont plus petites que les cellules sériées et qui ne sont plus hypertrophiées. Ces cellules calcifiées se transforment directement en cellules osseuses. La trame hématoxylinophile devient plus épaisse, plus ramifiée, tandis que la masse amorphe se réduit. — M. **L. Launoy** : *De l'action antagoniste du sérum sanguin contre les protéases microbiennes.* Il résulte de ces recherches que, pour les actions protéolytiques qualitativement égales, l'action du sérum sanguin est beaucoup plus faible sur les protéases microbiennes que sur la trypsine. D'où l'auteur conclut que l'interprétation qui fait du pouvoir antitryptique du sérum un phénomène banal est incompatible avec les faits. D'autre part, l'auteur a obtenu par l'injection au lapin de protéases microbiennes l'apparition dans le sérum de propriétés inhibitrices très énergiques. Ces propriétés inhibitrices sont spécifiques pour la protéase injectée. — M. **Henri Piéron** : *De la discrimination spatiale des sensations thermiques ; son importance pour la théorie générale de la discrimination cutanée.* Les expériences faites sur deux sujets montrent la finesse discriminative pour des excitations chaudes ou froides sur des surfaces circulaires. L'abaissement du seuil en fonction des intensités croissantes d'une excitation se fait suivant une courbe dont l'allure générale est celle d'une branche d'hyperbole. — MM. **A. Grigaut**, **Fr. Guérin** et Mme **Pommay-Michaux** : *Sur la mesure de la protéolyse microbienne.* Les différents microbes de la plaie de guerre, ensemencés sur le milieu à l'œuf, déterminent une protéolyse plus ou moins abondante dont la marche peut être suivie commodément au moyen du procédé de nesslérisation décrit par les auteurs. Le dosage de l'azote non protéïque notamment permet d'apprécier le *taux* de la protéolyse dans un milieu de culture déterminé et de *mesurer l'activité protéolytique comparée des différentes espèces ou associations microbiennes.* — MM. **F. Chevrel**, **A. Ranque**, **Ch. Senez** et **E. Gruat** : *Prophylaxie bactériothérapique des complications de la grippe par la vaccination mixte pneumo-streptococcique.* Les injections intra-veineuses de vaccin pneumo-streptococcique iodé, parfaitement bien tolérées, ont amené des défervescences brusques avec guérison dans de nombreux cas à complications pulmonaires graves. Dans les septicémies à streptocoques, le vaccin n'a pas donné de résultats appréciables ; par contre, dans les septicémies à pneumocoques, la vaccinothérapie a donné des résultats excellents. — M. **P. Remlinger** : *Immunisation du Lapin contre l'inoculation sous-durémérienne de virus rabique fixe au moyen de cerveaux traités par l'éther.* Des émulsions à 1/50 de cerveaux rabiques ayant séjourné de 60 à 120 heures dans l'éther sulfurique sont douées d'un pouvoir immunisant élevé. On peut même, à l'aide de ce procédé, vacciner le lapin contre l'épreuve si sévère de la trépanation du virus fixe. Cette immunisation est plus facile à réaliser qu'il n'est d'ordinaire admis. Une fois obtenue, elle se montre le plus souvent d'une solidité à toute épreuve. — MM. **A. Besson**, **A. Ranque** et **Ch. Senez** : *Sur la vie du colibacille en milieu liquide glucosé.* Le glucose semble apporter à la vie de ce microbe les modifications suivantes : 1° Multiplication rapide et régulière jusqu'à une densité d'arrêt fixe ; 2° Attaque du sucre avec production de gaz qui débute exactement au moment où la multiplication des germes s'arrête ; 3° Diminution de la durée de la vie des germes.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Janvier 1919

M. **H. Bénard** : *Déterminations du coefficient de transmission de la chaleur à travers les parois d'un wagon fortement isolé.* 1° D'une première série d'expériences effectuées en janvier 1915 à la demande de M. le Général Abaut, alors Chef du Service des viandes frigorifiées au Ministère de la Guerre, on a pu déduire une méthode de mesure du coefficient moyen de transmission de la chaleur à travers la paroi d'un wagon, hermétiquement clos, isolé sur toutes ses faces par une couche de liège granulé, ou de tourbe-poussière de Hollande, épaisse de 0 m. 15. Le wagon, plein de viande congelée (11.000 kgr. environ), était chauffé dans une étuve pendant 6 jours, la température de l'étuve variant suivant une loi périodique de 24 heures de période : pour cela, on réglait l'admission de la vapeur dans les radiateurs de chauffage, de façon à ce que la plume de l'enregistreur suivit la courbe imposée à l'avance et tracée au crayon sur la feuille hebdomadaire. Cette courbe a une branche ascendante diurne de 12 heures, et une branche descendante nocturne de 12 heures, symétrique de la branche montante, par rapport à l'axe des temps. L'analyse harmonique de cette courbe donne donc seulement les harmoniques impairs. La sinusoïde fondamentale a une amplitude totale voisine de 24°, et son maximum en avance de 4 heures sur le maximum vrai. Le thermomètre placé à l'intérieur du wagon, tout contre la paroi interne, a donné une sinusoïde parfaite, de 1°, 1 d'amplitude totale, dont les maxima sont en retard de 11 heures sur ceux de la sinusoïde fondamentale extérieure. Les harmoniques de périodes $\frac{T}{3}$, $\frac{T}{5}$, etc., sont complètement étouffés par le mur. Les équations connues de Fourier permettent de calculer de deux façons différentes le coefficient de transmission, qui est en moyenne égal à 0,30. Ces expériences étaient, en réalité, destinées surtout à mettre le wagon type dans des conditions pratiques analogues à celles d'un été torride, avec une forte oscillation diurne, pour satisfaire au programme sévère imposé (décongélation insignifiante de la viande après 6 jours de séjour dans les wagons), à étudier l'utilité de la réfrigération du wagon avant chargement, à comparer les divers modes de préréfrigération, etc. 2° Au contraire, la seconde série d'expériences (avril-mai 1915) a eu réellement pour but d'éprouver, en vue de les réceptionner, l'isolation des wagons aménagés, d'après les enseignements de la première série d'expériences, par diverses Compagnies, et de mesurer pour chacun des types de construction adoptée la valeur du coefficient moyen de transmission. La méthode de choix consiste à chauffer électriquement, à puissance constante, l'intérieur du wagon vide et hermétiquement clos, la température extérieure θ' étant maintenue constante. En réalité, les essais n'ont pu avoir lieu à température extérieure constante on a opéré dans divers ateliers dont la

température subissait, atténuées, les oscillations diurne de l'air extérieur. Parfois, heureusement, ces oscillations, de peu d'amplitude, ont été à peu près périodiques pendant les quelques jours qu'a duré l'expérience : elles n'ont pas pénétré du tout à l'intérieur du wagon. Mais d'autres fois, il y a eu des variations irrégulières, qui pénètrent et modifient la courbe intérieure des températures d'une façon qui est forcément mal déterminée. La puissance électrique constante alimentant les rhéostats de chauffage et le ventilateur intérieur, généralement comprise entre 800 et 900 watts, était mesurée à l'extérieur du wagon par un wattmètre enregistreur. La température limite était voisine de +50°. Les coefficients de transmission pour les divers wagons essayés, compris entre 0,27 et 0,42, sont tout à fait voisins de ceux qu'on peut calculer *a priori*, d'après la nature et l'état de l'isolant (lièges agglomérés, granulés, tourbe de Hollande plus ou moins bien séchée) et la discussion des effets produits par des ruptures d'isolation inévitables (lambourdes et autres pièces de charpente, boulons des portes, tassement des isolants pulvérulents, etc.).

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 21 *Novembre* 1918

Sciences naturelles. — MM. **W. Stiles** et **F. Kidd** : *Influence de la concentration extérieure sur la position de l'équilibre atteint dans l'absorption des sels par les cellules végétales.* Les auteurs ont suivi la marche de l'absorption des sels par les tissus de carotte et de pomme de terre en mesurant les variations de la conductibilité électrique de la solution de sel agissant sur le tissu. Les concentrations employées pour chaque sel ont varié de 0,1 à 0,0002 N. Dans le cas du sulfate de cuivre, l'exosmose du tissu surpasse l'absorption, et il en est ainsi pour toutes les concentrations du sel; ce phénomène est caractéristique des substances toxiques. Le tissu de carotte absorbe les chlorures de K, Na, Ca à toutes concentrations essayées. L'absorption a lieu d'abord à une vitesse à peu près proportionnelle à la concentration extérieure; mais cette relation ne persiste pas à mesure que l'absorption progresse : celle-ci tend vers un équilibre où le rapport de la concentration interne à la concentration externe — ou rapport d'absorption — n'est pas constant, mais varie avec la concentration; il diminue quand la concentration augmente. Pour de faibles concentrations extérieures comme 0,0002 N et 0,002 N, il est égal à plusieurs unités; pour de fortes concentrations, comme 0,1 N, il est inférieur à l'unité. La relation entre les concentrations finales interne y et externe c paraît être donnée par l'équation d'adsorption $y = kc^m$, mais les résultats obtenus ne justifient pas que l'absorption des sels par la cellule soit un processus d'adsorption. — MM. **W. Stiles** et **F. Kidd** : *Vitesse d'absorption comparée de divers sels par les tissus végétaux.* Les auteurs ont mesuré, par la méthode de conductibilité électrique décrite ci-dessus, l'absorption de divers chlorures, sulfates, nitrates et sels de K aux dépens de solutions 0,02 N. Les cations semblent absorbés à l'origine dans l'ordre : K, [Ca,Na], Li, [Mg,Zn], Al (la position des ions entre parenthèses pouvant être renversée). Mais cet ordre initial n'indique pas l'importance de l'absorption des ions quand l'équilibre est atteint; l'ordre est alors : K, Na, Li, [Ca,Mg]. La principale différence entre l'ordre initial et l'ordre final réside dans la position du Ca, qui est finalement peu absorbé en comparaison de K et Na. Les anions sont absorbés à l'origine dans l'ordre SO^4, NO^3, Cl, remplacé plus tard par l'ordre NO^3, Cl, SO^4, par suite de la faible absorption de l'ion sulfate. Ces résultats concordent en général avec ceux de Ruhland, Fitting, Pantanelli et Troendle, qui ont utilisé des méthodes et des matériaux d'expérience différents. Mais ces auteurs n'ont pas fait de distinction entre la vitesse initiale d'absorption et la position de l'équilibre final. Celle-ci paraît dépendre d'une propriété tout-à-fait différente de celle qui détermine la vitesse initiale d'absorption.

Séance du 5 *Décembre* 1918

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Nevill** : *Valeur de l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la Lune.* L'auteur montre que là où les erreurs observées de la place tabulaire de la Lune sont soigneusement corrigées des erreurs observées dans les valeurs des coefficients principaux employés dans les Tables lunaires de Hansen, les erreurs résiduelles sont telles que la valeur vraie du coefficient de l'accélération séculaire du mouvement moyen de la Lune ne diffère pas sensiblement de la valeur 6",2 que lui assigne la théorie. Ainsi l'observation ne fournit aucune preuve d'un retard de la rotation de la Terre dû aux marées.

2° Sciences physiques. — M. **C. Chree** : *Gradient de potentiel électrique et opacité atmosphérique à l'Observatoire de Kew.* Depuis plusieurs années, on enregistre à l'Observatoire de Kew, aux heures habituelles des observations météorologiques, l'objet visible à la plus grande distance parmi une série choisie; on note aussi séparément la présence de brume ou de brouillard. On a ainsi assemblé une quantité d'observations sur la plus ou moins grande opacité de l'atmosphère. L'auteur a comparé ces données avec le gradient de potentiel de l'électricité atmosphérique. Il a reconnu que même pour l'opacité la plus faible qu'il soit possible de discerner, la valeur du gradient de potentiel augmente avec l'opacité. En hiver, l'effet de la brume ou du brouillard sur le gradient de potentiel est élevé, et comme il existe une large variation diurne dans l'apparition de la brume et du brouillard, celle-ci exerce une influence notable sur le caractère de la variation diurne du gradient de potentiel. — MM. **S. B. Schryver** et **N. E. Speer** : *Recherches sur l'état d'agrégation. IV. La floculation des colloïdes par les sels contenant des ions organiques univalents.* D'après une certaine théorie, l'absorption de l'ion déchargeant du sel floculant joue le rôle prédominant dans la floculation des colloïdes. Si c'est bien le cas, on doit s'attendre à ce que les sels qui causent le plus fort abaissement de la tension superficielle de l'eau exercent la plus grande action floculante là où l'eau est le milieu de dispersion. Les auteurs ont choisi une série de sels contenant des ions organiques, dont les solutions normales présentent un grand intervalle de tensions superficielles, et ils en ont étudié l'action floculante sur un certain nombre de colloïdes. En général, ils n'ont trouvé aucune relation entre cette action et les tensions superficielles des solutions. Dans un cas, toutefois, celui du mastic, il existe un parallélisme marqué. Les auteurs attirent l'attention sur le fait qu'il peut exister deux classes de colloïdes suspensoïdes. La première comprend ceux qui doivent leur charge à un ion du sel qui a servi à préparer le colloïde (par ex. l'ion Cl attaché à un sol d'hydrate ferrique préparé par hydrolyse du chlorure ferrique). La seconde comprend les colloïdes dont la charge est due à un ion labile dissocié appartenant au colloïde lui-même, attaché électrostatiquement à un ion moins labile (par ex. le mastic où un ion H du radical carboxyle est attaché électrostatiquement à un gros anion). Les auteurs proposent de désigner sous les noms d'*exionique* et d'*endionique* les colloïdes de ces deux classes. — M. **E. Hatschek** : *Étude des formes prises par les gouttes et les vortex d'un liquide gélatinisant dans diverses solutions coagulantes.* L'auteur fait tomber des gouttes du sol gélatine dans diverses solutions, et s'arrange pour que la formation du gel ait lieu lorsque la goutte tombante ou le vortex produit a atteint la forme désirée. On obtient ainsi des modèles permanents des formes transitoires observées quand on emploie deux liquides. Si les solutions ont un effet déshydratant sur la gélatine, on obtient un certain nombre de particularités qui ne se produisent pas avec les liquides : côtes et membranes radiales, sections transversales non circulaires. On peut encore varier les conditions par l'emploi de solutions, ou de sels ajoutés au sol de

gélatine, qui conduisent à la formation de membranes perméables ou semi-perméables sur la goutte de gélatine. On obtient ainsi une nouvelle série de formes : disques biconcaves de la forme des globules rouges du sang humain, gouttes pendantes à profils anormaux et segmentation superficielle, etc. Plusieurs de ces formes présentent une grande ressemblance avec celles des organismes inférieurs.

Séance du 12 *Décembre* 1918

1° Sciences physiques. — MM. **L. Hill** et **H. Ash** : *Les pouvoirs refroidissant et évaporant de l'atmosphère déterminés par le cata-thermomètre.* Les auteurs ont procédé, avec le concours de M. N. Piercey, à une nouvelle étude du pouvoir refroidissant de l'air, à température et vitesses connues, dans les grands tunnels à ventilation du Collège d'East London; ils déterminaient en fonction du temps la vitesse de refroidissement d'un catathermomètre, thermomètre à alcool à gros réservoir gradué entre 100° et 95° F., d'où l'on déduit au moyen d'un facteur approprié le pouvoir refroidissant sur une surface à la température du corps en millicalories par cm² par sec. Des observations on déduit la formule $H' = (0{,}27 + 0{,}49\sqrt{v})\theta$, où θ est la différence entre la température de l'air et 36°,5 C. En utilisant cette formule, les auteurs ont trouvé que la vitesse du vent déterminée par le cata-thermomètre à l'Observatoire de Kew concorde bien avec celle qu'on détermine par les anémomètres de Cup et Dines. En employant cette formule pour déterminer la vitesse, on a réétudié le refroidissement du catathermomètre dans un tube de 7,5 cm. de diamètre, traversé par de l'air de température et d'humidité variables. Les auteurs ont également déterminé l'effet de la pression barométrique sur le pouvoir refroidissant dans une chambre où la pression variait entre 15 livres et 340 mm. de mercure. Les résultats concordent avec une formule déduite théoriquement :

$$H_1 = \frac{H_0}{2}\left(1 + \sqrt{\frac{p_1}{p_0}}\right).$$

La formule exprime l'influence de la pression barométrique sur le pouvoir refroidissant par convection. Aux températures ordinaires, le pouvoir refroidissant exercé sur le catathermomètre sec est dû moitié à la radiation, moitié à la convection.

2° Sciences naturelles. — Mlle **M. C. Stopes** : *Les quatre constituants visibles du charbon bitumineux à bandes.* Le charbon étudié est le charbon bitumineux panaché ordinaire des « Coal Measures » britanniques, largement utilisé dans les maisons et usines. Laissant de côté pour le moment la nature morphologique ultime des organes végétaux ayant contribué à sa formation, l'auteur décrit quatre substances ou constituants différents dans ce charbon. Elles peuvent être distinguées par des différences de caractère général : 1° différences d'aspect et de texture macroscopique; 2° comportement différent dans le traitement par divers réactifs chimiques; 3° différences des « débris » qui résultent du traitement précédent; 4° différences des coupes microscopiques de la substance avant traitement. Ces différences seront suivies par l'analyse et la distillation, dont les résultats formeront le sujet d'un mémoire ultérieur. L'auteur donne des diagrammes montrant la distribution caractéristique de ces constituants dans les coupes. Les quatre constituants ainsi déterminés ont reçu les noms de *fusain* (noir animal, minéral), *durain*, *clarain* et *vitrain*.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 8 *Novembre* 1918

M. **J. C. Mc Lennan** : *Les arcs à faible voltage dans les vapeurs métalliques.* L'auteur décrit des expériences effectuées sous sa direction par MM. Hamer et Kemp. Ceux-ci ont constaté qu'en augmentant la température de la cathode incandescente, on abaisse le voltage nécessaire à la production d'arc dans les vapeurs de Hg, Zn et Cd. Avec des cathodes de Pt recouvertes de chaux on n'obtient pas de voltages d'arc aussi bas qu'avec des filaments de Tu incandescents. En opérant avec Hg, il a été possible de faire jaillir des arcs avec des voltages s'abaissant à 4,75 volts et de les maintenir avec 2,84 volts; les valeurs correspondantes pour Cd sont 5 et 2 volts. Pour réaliser ces voltages d'arc très faibles, il est nécessaire d'employer des cathodes excessivement chaudes et de fournir abondamment la vapeur métallique fortement chauffée. En opérant avec des cathodes incandescentes à température modérée et une quantité moyenne de vapeur métallique, les voltages d'arc sont donnés par l'équation de quanta : $V = h \times (1{,}5S)/e$, où 1,5S est la fréquence de la plus courte longueur d'onde dans la série $\nu = 1{,}5S - mP$. — M. **C. R. Gibson** : *Quelques expériences de cécité des couleurs.* L'appareil consiste en une lanterne produisant un faisceau intense de lumière blanche, et un verre coloré qui peut être intercalé sur son trajet de façon à retenir tous les rayons rouges. Divers échantillons de tissus et de rubans colorés disposés par paires, qui apparaissent très différents en lumière blanche, semblent parfaitement identiques quand on interpose l'écran, les conditions d'observation étant alors les mêmes que celles d'une personne atteinte de cécité pour le rouge. En expérimentant par cette méthode sur des laines teintes, l'auteur a constaté que plusieurs ne s'y prêtent pas, par suite de leur fluorescence : bien que l'appareil ne leur envoie aucune lumière rouge, on trouve une grande quantité de rouge dans la lumière qu'elles réfléchissent. Dans ce cas, pour connaître les couleurs qui apparaîtraient à un homme atteint de cécité pour le rouge, il faut placer le filtre entre la laine et l'œil et non pas simplement entre la source de lumière et la laine.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Section d'Edimbourg

Séance du 15 *Octobre* 1918

MM. **T. J. Rettie** **J. L. Smith** et **J. Ritchie** : *Une nouvelle poudre à blanchir pour les pays chauds.* A 37°C. la poudre à blanchir perd 96 % de son efficacité, mesurée en Cl actif, en 8 semaines, et à 45° la même perte a lieu en 15 jours. La décomposition est attribuable à l'humidité de la poudre; mais, quoique la poudre desséchée se conserve mieux que la poudre humide, l'enlèvement de l'humidité dans le vide sur de l'acide sulfurique provoque une perte considérable de Cl actif. Les auteurs proposent d'ajouter à la poudre commerciale de la chaux vive fraîche. Un tel mélange ne perd plus que 3 à 10 % de son Cl actif à 45° C. en 3 mois. En outre, la présence de chaux vive empêche la formation de chlorate de calcium, dont la présence communique un mauvais goût à l'eau stérilisée avec la poudre. En mélangeant 70 parties de poudre à blanchir contenant 34 % de Cl actif et 9,7 % d'eau avec 30 parties de chaux vive, les auteurs ont obtenu un produit sec contenant 23 % de Cl actif, lequel, après exposition à 45° en tube scellé pendant 15 jours, renfermait encore 22 % de Cl actif; il contenait 0,52 % de chlorate au commencement de l'expérience, et 1,2 % à la fin.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 5 15 MARS 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 24 février, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans la Section de Physique, en remplacement de M. E.-H. Amagat, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : en première ligne, M. M. Brillouin; en seconde ligne, MM. H. Abraham, D. Berthelot, A. Cotton, A. Leduc et J. Perrin. Au premier tour de scrutin, M. Daniel Berthelot a obtenu 26 suffrages contre 19 à M. Brillouin, 3 à M. Perrin, 1 à M. Cotton et 1 à M. Leduc. En conséquence, M. D. Berthelot a été déclaré élu.

Le nouvel académicien, qui est professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, est l'auteur d'un grand nombre de recherches de Physique et de Chimie physique, parmi lesquelles nous citerons : l'application de la méthode des conductibilités électriques à l'étude des acides, sels et autres corps en solution, la mesure des hautes températures par les méthodes optiques, les propriétés des gaz et des fluides et l'équation d'état, les effets chimiques des rayons ultra-violets.

§ 2. — Physique

Action de la lumière sur les particules ultramicroscopiques. — Ehrenhaft[1] a indiqué, il y a quelques années, qu'on peut étudier directement l'action exercée par la lumière sur des particules ultramicroscopiques, action qui, d'après Arrhénius[2], joue un rôle important dans la Physique cosmique.

Récemment, Ehrenhaft a entrepris une étude systématique de cette action en mesurant la vitesse du mouvement communiqué aux particules par un faisceau de lumière concentrée et il a donné au phénomène le nom de « *photophorèse* »[3]. Contrairement à ce qu'on supposait jusqu'à présent, l'action produite par la lumière n'est pas toujours répulsive ; on observe, dans certains cas, une attraction. Des particules à surface très réfléchissante, telles que les particules d'argent, sont repoussées et subissent une photophorèse *positive*. Des particules de soufre et de sélénium, au contraire, sont attirées par la lumière ; elles subissent une photophorèse *négative*. Enfin on trouve aussi des particules *neutres*. D'après Ehrenhaft, les effets précédents seraient attribuables à une action directe de la lumière et non pas à un effet indirect dû à l'intervention du gaz dans lequel les particules sont suspendues.

M. A. Schidlof[1] fait remarquer que la photophorèse négative conduirait à l'abandon du principe de Carnot si l'attraction exercée par le rayonnement avait lieu sans que les particules attirées subissent certaines transformations. On pourrait, en effet, dans ce cas, construire un moteur thermique fonctionnant d'une manière périodique et empruntant de la chaleur à un seul réservoir. Le moteur en question serait composé, par exemple, d'un cylindre à parois réfléchissantes dont le fond comprendrait un corps porté à une température assez élevée pour provoquer l'émission d'un rayonnement intense. Le piston du cylindre présenterait alternativement au rayonnement une surface réfléchissante et une surface recouverte d'un enduit photophorétique négatif. Il fournirait alors constamment, à l'aller et au retour, un travail extérieur positif uniquement en empruntant de la chaleur à la surface rayonnante. Pour éviter la contradiction avec le principe de Carnot, il est indispensable de supposer que l'enduit est le siège d'une transformation tant que dure l'attraction exercée par le rayonnement.

Le changement en question ne peut pas, d'après M. Schidlof, consister simplement en une absorption et une transformation de l'énergie rayonnante en chaleur qui cesseraient lorsque les températures se seraient égalisées. Pour qu'il y ait attraction, la transformation doit être d'une nature bien plus compliquée. Peut-être

1. EHRENHAFT : *Wien. Akad. Ber.*, t. CXIX (II a), p. 836; 1910.
2. ARRHÉNIUS : *Phys. Zeitschr.*, t. II, p. 81-97; 1900.
3. EHRENHAFT : *Ann. der Physik*, t. LVI, p. 81-132; 1918.

1. A. SCHIDLOF : *Séances de la Soc. de phys. et d'histoire nat. de Genève*, séance du 7 nov. 1918 (V. *Archives des Sciences phys. et nat.*, décembre 1918).

pourra-t-on réussir à la mettre en évidence d'une façon directe par une variation progressive des durées de chute et d'ascension, par exemple. Dès maintenant, il semble bien que « toutes les conclusions basées sur la supposition que les particules ont *dans tous les cas* les propriétés de la matière à partir de laquelle elles ont été obtenues ne méritent aucune confiance ».

Détermination du nombre de particules α émises par le radium. — L'unique détermination expérimentale directe du nombre Z de particules α émises en une seconde par un gramme de radium est due à Rutherford et Geiger (1908) et a conduit à la valeur $3,4.10^{10}$; en réduisant cette valeur à l'étalon international de radium, on obtient $Z = 3,5.10^{10}$.

Des considérations théoriques conduisent à la conclusion que cette valeur de Z ne doit pas être exacte. MM. F. Hess et Robert W. Lawson[1] ont procédé à une nouvelle détermination au moyen d'une méthode identique, en principe, à la méthode d'ionisation par chocs introduite par Rutherford et Geiger. Les dénombrements étaient effectués dans l'air, dans l'acide carbonique et dans les mélanges de ces deux gaz à l'aide de l'électromètre à corde d'Elster et Geitel. Dans l'air, à côté des particules α, il faut tenir compte de l'action des rayons β et γ : dans l'anhydride carbonique, dans les mélanges d'air et d'anhydride carbonique contenant au moins 54 % de CO^2, seules les particules α ont une action ionisante par chocs. Aussi, pour les séries définitives de mesures, MM. Hess et Lawson ont-ils utilisé un mélange de 54 % de CO^2 avec 46 % d'air. Comme source de rayons α, ils ont pris un échantillon de radium C.

La moyenne de 268 déterminations de Z, comprenant chacune un dénombrement d'une durée de 10 min., conduit à la valeur :

$$Z = (3,72 \pm 0,02).\ 10^{10}.$$

Cette valeur expérimentale fournit une détermination de la vitesse et du parcours des particules α du radium, à partir du dégagement de chaleur, connu très exactement, d'un gramme de radium sans produits de décomposition (25,2 cal. : heure). On obtient, pour la première,

$$v = 1,53.\ 10^9 \text{ cm. : sec.}$$

et pour le second,

$$r = 3,52 \text{ cm. à } 15^\circ \text{ C.}$$

Bragg a trouvé expérimentalement, pour r, 3,44 cm. à 15° C, qui fournirait pour Z la valeur $3,78.10^{10}$, supérieure de 1,6 % à celle obtenue par MM. Hess et Lawson. Cet écart peut s'expliquer par l'incertitude des mesures expérimentales du parcours des rayons α. Aussi semble-t-il que l'hypothèse de la libération d'une certaine énergie interne intra-atomique à côté de l'énergie cinétique des particules α et des atomes de choc est désormais superflue pour expliquer le dégagement calorifique révélé par l'expérience.

En partant de la valeur $Z = 3,72.10^{10}$, et de la valeur $N = 2,68.10^{21}$ (nombre d'atomes dans 1 gr. de radium, (on obtient pour la constante radioactive λ du radium

$$\lambda = \frac{Z}{N} = 1,39.10^{-11} \text{ sec}^{-1} = 4,38.10^{-4} \text{ ans}^{-1},$$

soit pour la vie moyenne : $\Theta = 2.280$ ans, et pour la période : $T = 1.580$ ans.

§ 3. — Chimie physique

Adsorption des gaz par des surfaces planes de verre, de mica et de platine. — Dans ses recherches sur le passage continu de l'état liquide à l'état de vapeur, aux températures supérieures à la température critique, Van der Waals a développé la théorie qu'à la surface de séparation entre un liquide et sa vapeur il n'y a pas passage brusque d'un état à l'autre, mais plutôt qu'il existe une couche de transition dans laquelle la densité et les autres propriétés varient graduellement de celles du liquide à celles de la vapeur.

Cette idée d'une transition continue entre les phases de la matière a été appliquée d'une manière très générale à la théorie des phénomènes de surface : tension superficielle, adsorption, etc.

Eucken[1], par exemple, envisageant la théorie de l'adsorption des gaz, considère que la couche de transition est une sorte d'atmosphère en miniature, les molécules étant attirées à la surface par une sorte d'action à distance. Bakker[2] a émis une théorie analogue pour rendre compte des phénomènes de tension superficielle. Il suppose que les molécules dans la couche de transition sont attirées l'une vers l'autre avec une force qui est une fonction exponentielle inverse de leur distance.

Les chimistes s'occupant des colloïdes ont forcément accordé une grande attention au phénomène de l'adsorption. Quoique plusieurs théories chimiques de l'adsorption aient été proposées, la plupart des savants considèrent plutôt l'adsorption comme un phénomène physique.

Langmuir[3] a proposé récemment une théorie dans laquelle il admet qu'il y a variation brusque des propriétés à la surface d'un solide ou d'un liquide. Les atomes constituant la surface d'un solide sont reliés aux atomes sous-jacents par des forces analogues à celles qui s'exercent entre les atomes situés à l'intérieur du solide. Les recherches de Bragg sur la structure cristalline et quelques autres considérations nous amènent à penser que ces forces sont analogues à celles qu'on classe habituellement parmi les forces chimiques. Dans la couche superficielle, par suite de la dissymétrie des conditions, l'arrangement des atomes doit différer toujours légèrement de ce qu'il est à l'intérieur. Ces atomes sont chimiquement non saturés et ils sont ainsi entourés d'un champ de force intense.

En outre, d'après Langmuir, quand des molécules de gaz viennent frapper une surface solide ou liquide, elles ne rebondissent généralement pas d'une manière élastique, mais se condensent à la surface, maintenues par le champ de force des atomes superficiels. Ces molécules peuvent ensuite s'évaporer. L'intervalle de temps qui s'écoule entre la condensation d'une molécule et son évaporation consécutive dépend de l'intensité des forces superficielles. L'adsorption est le résultat direct de cette sorte de retard dans le temps. Si les forces superficielles sont relativement intenses, l'évaporation ne se produira qu'à une vitesse négligeable, en sorte que la surface du solide se recouvre complètement d'une couche de molécules. Dans le cas où il y a véritablement adsorption, cette couche ne peut avoir plus d'une molécule d'épaisseur, car aussitôt que la surface est recouverte d'une couche simple les forces superficielles sont chimiquement saturées. Lorsque, au contraire, les forces superficielles sont faibles, l'évaporation peut se produire si rapidement après la condensation qu'une petite fraction seulement de la surface se recouvre d'une couche simple de molécules adsorbées. En accord avec la nature chimique des forces superficielles, on a constaté que le champ d'action de ces forces est extrêmement faible, de l'ordre de 10^{-8} cm., c'est-à-dire que le champ réel d'action des forces est habituellement beaucoup moindre que le diamètre des molécules. Les molécules s'orientent ainsi d'elles-mêmes suivant des modes définis dans la couche superficielle.

M. Langmuir a développé sur ces bases une théorie

1. *Archives des Sciences phys. et nat.* (Genève), 4e période, t. XLVI, p. 330 ; décembre 1918.

1. Eucken : *Verh. deut. physik. Ges.*, t. XVI, p. 345 ; 1914.
2. Bakker : *Z. physik. Chem.*, t. LXXXIX, p. 1 ; 1915.
3. Langmuir : *Journ. of Americ. Chem. Soc.*, t. XL, p. 1361-1403 ; sept. 1918.

mathématique de l'adsorption pour l'exposé de laquelle nous renvoyons au mémoire original.

D'après cette théorie, l'épaisseur de la couche adsorbée, dans les cas d'adsorption véritable, ne doit pas dépasser une molécule, ce qui est contraire au point de vue habituellement admis. L'écart doit tenir au fait que presque tous les chercheurs ont opéré sur des corps poreux dans lesquels la couche adsorbante est indéterminée, ou bien ont utilisé des vapeurs presque saturées en sorte qu'il y a condensation de liquide dans les espaces capillaires.

M. Langmuir a étudié expérimentalement l'adsorption de plusieurs gaz par des surfaces planes de mica, de verre, et de platine. Il a opéré sous des pressions égales ou inférieures à 0,1 mm. de mercure, qui permettent de mesurer plus facilement de faibles quantités de gaz et d'éviter tout danger de condensation des gaz liquéfiés dans les espaces capillaires.

A la température ambiante, l'adsorption est négligeable avec le verre et le mica; la surface n'est certainement pas recouverte d'une simple couche de molécules sur le centième de son étendue. A — 183° et à — 118°C. l'adsorption est relativement importante, sauf dans l'hydrogène. Aux pressions les plus élevées qui ont été utilisées par M. Langmuir, les surfaces tendent à se saturer de gaz. Les quantités maxima adsorbées, même sur des surfaces saturées, sont toujours un peu inférieures à celles qu'on pourrait prévoir pour une couche monomoléculaire. Ces quantités vont en croissant pour les différents gaz étudiés, dans l'ordre suivant : hydrogène, oxygène, argon, azote, oxyde de carbone, méthane, anhydride carbonique.

L'adsorption, pour tous ces gaz, est un phénomène réversible.

Avec le platine, les phénomènes sont tout différents. On n'observe aucune adsorption de gaz, même à — 183°, si le platine n'a pas été activé par chauffage à 300° dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène sous une basse pression. Après cette activation, l'hydrogène et l'oxygène, ou l'oxyde de carbone et l'oxygène réagissent aisément l'un sur l'autre, à la température ambiante, au contact du platine. Le platine peut alors adsorber l'oxygène, l'oxyde de carbone ou l'hydrogène. Les quantités maxima d'oxygène et d'oxyde de carbone correspondent à des couches monomoléculaires. L'oxygène ne peut être éliminé, ni par échauffement, ni par l'action du vide. Quand le platine est au contact d'un excès d'oxygène, la quantité d'oxygène adsorbé augmente avec la température, mais le phénomène est irréversible. L'oxyde de carbone adsorbé ne peut pas être éliminé par l'action du vide à la température ambiante; il l'est en partie à 300°. Quand l'oxygène est amené au contact de l'oxyde de carbone adsorbé sur le platine, il réagit rapidement pour donner de l'anhydride carbonique qui, à la température ambiante, n'a aucune tendance à être adsorbé sur le platine. D'une manière analogue, l'oxyde de carbone mis au contact d'oxygène adsorbé réagit immédiatement.

De nouvelles recherches sont nécessaires pour déterminer la cause du curieux phénomène de l'activation du platine.

A propos de l'occlusion des gaz dans les métaux. — Nous avons reçu de M. G. Belloc la lettre suivante :

« Monsieur,

« Je lis dans la *Revue générale des Sciences* du 15 janvier un article résumant les communications faites à la Société Faraday sur l'occlusion des gaz dans les métaux.

J'ignorais l'appel de cette Société; autrement j'aurais présenté la série de travaux que j'ai faits sur les gaz occlus dans les aciers, sous le patronage de MM. Osmond et Le Chatelier. Je suis arrivé à des résultats très intéressants et très nets au point de vue des variations des propriétés des aciers avec la teneur des gaz occlus.

J'ai mis en évidence :

1° Que les gaz occlus sont nécessaires à la décarburation des aciers;

2° Qu'ils font varier dans de grandes proportions la résistance électrique;

3° Que leur émission est en relation avec les points critiques des aciers;

4° Qu'à basse température ($< 600°$) CO^2 est le seul gaz qui se dégage;

5° Qu'au delà de 600°, CO^2 cesse, mais il y a dégagement de CO et H en relation avec les points critiques; N apparaît aussi, mais en proportion bien moindre [1].

6° Qu'il est pratiquement impossible de débarrasser un acier de ses gaz occlus; au bout de six mois, on peut encore en extraire, à condition de faire suivre l'échauffement de périodes de repos.

Tels sont résumés les principaux résultats dont je revendique la priorité; ils ont en effet paru dans les *C. R. de l'Académie des Sciences*, le *Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale*, la *Revue de Métallurgie*, les *Annales de Physique et de Chimie*.

Veuillez agréer, Monsieur, etc... »

G. Belloc.

Nous insérons bien volontiers la réclamation de M. G. Belloc; nous tenons cependant à signaler que l'article de M. A. Delesne n'avait nullement pour but de rappeler tout ce qui a été fait sur la question de l'occlusion des gaz par les métaux, mais simplement de résumer quelques travaux nouveaux et de montrer l'intérêt des séances de discussion organisées par la Société Faraday.

§ 4. — Chimie biologique

La diffusion de l'aluminium dans les plantes. — Cette question a déjà fait l'objet de nombreux travaux, mais la grande divergence de vues qui règne entre les savants tant sur la diffusion que sur le rôle de l'aluminium dans l'organisme végétal rendait de nouvelles recherches très opportunes. Celles-ci viennent d'être faites, à l'Ecole technique de Prague, par M. J. Stoklasa (auteur, déjà, de plusieurs travaux sur ce sujet), avec le concours de plusieurs collaborateurs, MM. J. Sebor, W. Zdobnjcky, F. Tymich, O. Horak, A. Nemec et J. Cwac, et elles ont porté sur les diverses catégories écologiques du monde végétal : 1° xérophytes, 2° hydrophytes et hygrophiles; 3° mésophiles [2].

Ces savants s'étaient procuré un matériel très abondant et très divers dans la plupart des contrées de l'Europe. Avant d'être soumises à l'analyse, les plantes furent soigneusement lavées, surtout les racines, puis séchées à l'air. Les auteurs ont exposé les données obtenues pour chaque espèce en de nombreux tableaux indiquant le pourcentage des cendres dans la matière sèche, les pourcentages d'oxyde d'Al et d'oxyde de Fe respectivement dans les cendres et dans la matière sèche. Voici les principaux résultats qui se déduisent de l'examen de ces tableaux pour chaque catégorie écologique :

1° *Xérophytes.* — La flore xérophile se distingue par une teneur très faible de tous les organes de la plante en ions aluminium. Parfois même, par exemple dans les fleurs et les semences des Phanérogames, on constate tout au plus des traces de cet élément. Le fait d'absorber en quantités très faibles les ions Al du sol constitue

1. Dans un mémoire présenté par M. Th. Baker à la séance de la Société Faraday et résumant des recherches faites en 1909, cet auteur arrive à des conclusions en partie analogues à celles de M. Belloc sur la relation entre l'émission des gaz occlus et les points critiques de l'acier, mais en partie aussi très différentes, puisque d'après lui H constitue le principal produit de dégagement à basse température, et ensuite CO, et que la proportion de CO^2 est toujours infime par rapport aux précédents (Voir le mémoire in extenso de M. Baker dans *Engineering* du 15 nov. 1918, p. 572). N. D. L. R.

2. *Biochem. Zeitschr.*, t. LXXXVIII, n° 4, p. 229-322; 1918; analysé dans *Bull. mens. Inst. internat. Agric.*, t. XI, n° 12, p. 1530; déc. 1918.

donc une propriété physiologique caractéristique de la flore xérophile.

2° *Hydrophytes et flore hygrophile.* — L'inverse a lieu pour les hydrophytes et la flore hygrophile, qui se distinguent par une teneur élevée en Al, notamment les Algues, comme on en peut juger par les taux suivants de Al^2O^3 dans la matière sèche : chez les Chlorophycées : *Bryopsis* n. sp., 1,414 %; *Halimeda opuntia*, 1,419 %; chez les Phæophycées : *Sargassum bacciferum*, 1,512 %; chez les Rhodophycées : *Delesseria*, 2,332 %. Chez les plantes supérieures, la racine renferme beaucoup plus d'aluminium que les parties aériennes; ainsi, chez les Equisétacées, la matière sèche de la racine peut renfermer 1,737 à 1,775 % d'Al^2O^3, et celle du reste de la plante de 0,345 à 0,478 %. Même différence, souvent encore plus accentuée, chez les Lycopodiacées, les Cypéracées, les Poligoniacées, etc., toutes très riches en Al. Chez les autres hydrophytes et plantes hygrophiles, la matière sèche du système radiculaire contient de 0,104 à 0,766 % d'Al^2O^3, celle du reste de la plante de 0,018 à 0,276 %. Les fleurs et les semences des Phanérogames renferment toujours de l'Al, souvent en quantité notable.

L'absorption par la cellule des ions Al de l'eau ou du sol semble donc constituer pour cette classe de végétaux une exigence physiologique spéciale, en rapport avec une faculté élective particulière de la cellule pour ces ions, qui se concentrent, chez les plantes supérieures, dans les racines, rhizomes, tubercules ou bulbes, la partie aérienne en renfermant toujours moins que la partie souterraine.

3° *Flore mésophile.* — Lorsque les plantes appartenant à la flore mésophile (plantes qui se développent dans un milieu à degré d'humidité moyen et variable entre certaines limites; ex. : certaines Graminées, Papilionacées, Caryophyllées, etc.) croissent dans un milieu plutôt sec, leur système radical et leur partie aérienne sont excessivement pauvres en ions Al; par contre, ces mêmes plantes, croissant dans un sol humide ou marécageux, accumulent, spécialement dans leurs racines, des quantités notables d'ions Al.

Il semble donc exister une relation bien définie entre la diffusion des ions Al dans le monde végétal et les facteurs édaphiques et écologiques.

§ 5. — Botanique

Recherches sur les pneumatocarpes. — M. O. Baumgaertel a entrepris récemment une série de recherches sur les fruits qui, sous l'effet d'une pression gazeuse interne, présentent une grosseur anormale résultant du gonflement du péricarpe. Il désigne les fruits, des espèces les plus diverses, qui présentent cette flatuosité sous le nom de *pneumatocarpes*, et il a étudié le phénomène qu'ils présentent aux points de vue morphologique, biologique et physiologique.

On peut se rendre compte de la présence d'une atmosphère intérieure dans ces fruits en exerçant sur eux une pression digitale ou en pratiquant des piqûres dans l'épicarpe. L'origine de ces gaz doit être attribuée à la combustion des hydrates de carbone par suite de la respiration : en effet, des recherches analytiques (de Negri) ont fourni sur la composition de ces gaz les données suivantes : CO^2, 9,88 %; O, 16,59 %; N, 73,53 %. Si l'on compare ces chiffres avec la composition de l'air atmosphérique, on voit que le mélange gazeux enfermé dans le péricarpe est beaucoup plus riche en CO^2.

La respiration a lieu dans les tissus où les hydrates de carbone peuvent s'accumuler, et l'auteur s'est attaché à l'étude microscopique des tissus des pneumatocarpes en vue d'établir les rapports entre la conformation histologique de ces fruits et le processus de formation du mélange gazeux qu'ils renferment. Ses observations, qui ont porté sur les espèces suivantes : *Astragalus Cicer* L., *Colutea halepica* Lam., *C. orientalis* Mill., *Nigella damascena* L., *Staphylea Bumalda* D. C., *S. pinnata* L., l'ont amené à distinguer à ce point de vue 3 types :

1° type *Staphylea* : siège de la respiration dans le mésocarpe et phénomènes osmotiques à travers l'endocarpe;

2° type *Nigella* : siège de la respiration dans le mésocarpe et « décollement » de l'endocarpe imperméable d'une part, avec, d'autre part, formation de gaz par la respiration des embryons;

3° type *Légumineuses* : siège de la respiration d'abord dans les nombreux embryons, puis localisé surtout dans les tissus méatiques du placenta et du funicule, d'où il résulte que l'endocarpe peut devenir le siège de la respiration.

Le rôle biologique de l'atmosphère interne des pneumatocarpes consiste d'une part à procurer un milieu saturé d'humidité favorable au développement des embryons et, d'autre part, à permettre la formation d'un fruit à la fois aussi développé et aussi léger que possible, résultat avantageux si l'on considère l'action exercée par le vent comme facteur favorisant la reproduction[1].

§ 6. — Physiologie

Les activités des poulets décérébrés et décérébellés. — Deux physiologistes américains, MM. E.-G. Martin et H. W. Rich, viennent de se livrer sur cette question à quelques expériences intéressantes[2].

Si, à des poulets qui viennent d'éclore, on enlève toute la partie du cerveau qui est au-devant du thalamus, on constate que les activités locomotrice et d' « auto-nettoyage » se développent normalement; mais, dans la prise de la nourriture, ils ne progressent pas au delà du becquetage. Ils ne boivent pas spontanément. Ils courent vers les objets en mouvement. Ils ne sont pas « sauvages » et n'ont pas peur. — Si l'on ne pratique la décérébration qu'après le développement des réactions normales, c'est-à-dire entre le 3e et le 8e jours, les poulets retournent à l'état décrit ci-dessus. Mais ils recouvrent l'habitude de gratter leur litière plus rapidement que celle-ci ne se développe chez les poulets qui n'ont pas encore gratté au moment de leur décérébration. Ils tendent à courir en ligne droite pendant plusieurs jours. — Si l'extirpation du cerveau a lieu après le 8e jour, les activités du poulet deviennent semblables aux précédentes, excepté celles qui se rapportent à la nutrition; ils becquètent moins, et le grattage ne réapparaît pas.

Si le pallium seul est enlevé, en conservant autant que possible le corps strié, les poulets ainsi traités ne présentent que de faibles différences avec les poulets normaux; il y a une obéissance plus prononcée aux excitations et moins de « sauvagerie ». Si l'on enlève le thalamus (décérébration profonde), les poulets sont plus faibles et la marche est chancelante; le nettoyage des plumes est difficile; il y a une altération marquée des fonctions au froid, ce qui suggère que la température du corps s'est abaissée.

L'enlèvement du cervelet produit une incoordination locomotrice complète; les poulets s'agitent violemment et poussent des cris perçants.

De ces observations, les auteurs concluent que le développement des activités locomotrice et d' « auto-nettoyage » chez les poulets n'est pas sous la dépendance du cerveau, tandis que la recherche de la nourriture dépend de la coopération de celui-ci, quoique le becquetage et le grattage puissent se développer quand on enlève le cerveau aux premiers jours de l'existence. L'abolition de l'acte de boire qui résulte de la décérébration pourrait signifier, d'après MM. Martin et Rich, que cet acte, qui n'est pas nécessaire chez les animaux marins, ne s'est développé qu'avec le cerveau et après que les parties sous-jacentes ont eu acquis leur fonction.

---

1. *Sitzungsber. K. Akad. der Wiss. in Wien, Mat. nat. Kl., Abt. I*, t. CXXVI, p. 13-40; résumé dans *Bull. mens. Inst. internat. d'Agric.*, t. IX, n° 11, p. 1410; nov. 1918.
2. *Amer. J. Physiol.*, t. XLVI, p. 396-411; 1918.

EDWARD C. PICKERING ET SON ŒUVRE

Le grand astronome américain E. C. Pickering, Directeur de l'Observatoire de Harvard College, à Cambridge (Mass.), et membre de la plupart des académies d'Europe, vient de mourir à 72 ans, après une belle vie si laborieuse et si remplie que retracer sa carrière c'est presque faire l'historique des immenses progrès accomplis par l'Astronomie d'observation durant près d'un demi-siècle.

Nommé à 30 ans directeur de l'Observatoire où il succédait à un savant assez obscur, Winlock, il ne tardait pas à montrer ce que peuvent l'intelligence et le zèle auxquels on confie, avant qu'il soit trop tard, une responsabilité. Rien pourtant, croyons-nous, ne l'avait mis en évidence : à peine quelques publications secondaires ou participations en sous-ordre à des missions d'éclipse l'avaient-elles fait connaître. L'expérience était donc hardie — mais l'Amérique, comme la Fortune, aime les audacieux — et, pendant la direction de Pickering, Harvard College allait devenir, grâce à son activité, et, davantage encore peut-être, grâce à ses talents d'organisateur, un des établissements scientifiques les plus productifs du monde.

Sous son règne, car un pareil homme régnait vraiment, les ressources de l'Observatoire quadruplaient, tandis que près de 250.000 clichés fixaient pour l'avenir l'aspect du ciel de notre époque. En même temps 75 volumes d'Annales ou de publications variées paraissaient qui, dans les domaines les plus divers, mais surtout en Astronomie sidérale, renfermaient une immense moisson de découvertes.

*

Un des premiers travaux de Pickering fut pour amorcer toute une branche de ses recherches ultérieures. Précisant les soupçons de Goodricke sur la cause des variations d'éclat d'Algol, il montrait qu'une étoile brillante en mouvement orbital autour d'un corps obscur suffisait à rendre un compte exact des faits ; il calculait les dimensions du système et prédisait les fluctuations de sa vitesse radiale, bientôt confirmées par Vogel. C'était la première étoile dont nous connaissions le vrai diamètre.

Il y 40 ans, il ne s'agissait pas tant d'observer pour la centième fois des astres connus que de profiter de découvertes encore récentes et d'en trouver de nouveaux. Frappé des inconvénients d'une recherche à l'aveuglette, Pickering employa le procédé du « sweeping », aussi simple que fructueux. Armé d'un petit spectroscope à vision directe relié à une lunette, il balayait le ciel en quête de ces astres à raies brillantes qui, rares en proportion des autres, manifestent presque toujours quelque caractère singulier. Le succès fut éclatant. Les nébuleuses gazeuses attiraient alors surtout l'attention : on en connaissait une cinquantaine vers 1880. En peu d'années, Pickering et Copeland ajoutaient 20 nébuleuses à la liste, qui d'ailleurs ne s'est guère allongée depuis.

Mais un des principaux efforts du directeur de Harvard College a porté sur la photométrie, jusque-là assez négligée dans les catalogues d'étoiles. Son premier soin avait été d'imaginer un photomètre vraiment pratique, permettant un travail intensif en assurant à l'observateur une position à la fois invariable et commode : ce fut le photomètre méridien à polarisation, où l'on amène simultanément dans le champ l'image de l'astre étudié et celle de la Polaire, prise comme terme de comparaison. C'est avec cet instrument que fut exécuté le premier catalogue photométrique précis, publié en 1884 (la « Harvard Photometry »). — Ce catalogue, il fallut bientôt l'étendre, ainsi que d'autres études, au ciel austral. Pickering résolut de chercher au Pérou, dans les Andes, une station favorable : il y fonda en 1891, à une altitude de 2.700 mètres, la succursale d'Arequipa, où il envoya M. S. Bailey et surtout son frère cadet, William H. Pickering — à qui nous devons, soit dit en passant, la découverte des IXe et X^e^ satellites de Saturne. — Mais le recensement tout entier fut, dans la suite, complètement repris par des mesures visuelles et photographiques : il devint, avec plus de 9.000 étoiles, la « Revised Harvard Photometry », qui actuellement fait autorité. Cependant, les ressources instrumentales s'améliorant, Pickering voyait encore plus grand. La fixation de la « North Polar Sequence » (ou échelle étalon de grandeurs, basée sur les étoiles voisines du pôle) et l'emploi d'un photomètre très expéditif à étoile artificielle, rendirent possible la publication d'une vaste « Photometric Durchmusterung » (1901), allant jusqu'à la grandeur 7,5.

L'étude des spectres stellaires marchait de pair avec ces travaux. Un amateur new-yorkais, Henry Draper, avait déjà obtenu vers 1880 des résultats pleins de promesses ; il mourut en 1882 et sa veuve ne crut pouvoir mieux faire que

de confier à Harvard College, avec les fonds nécessaires, le soin de continuer l'œuvre inachevée. La « Fondation Draper » devait ainsi aboutir à l'enregistrement photographique des spectres des étoiles, supérieures à 8e grandeur, visibles à Cambridge. Tout cela ne pouvait se faire que par l'emploi systématique du prisme objectif, qui seul permettait d'étudier à la fois tous les astres d'une région du Ciel, et aussi grâce à un groupe dévoué de collaborateurs auxquels est due en partie la réussite de l'entreprise.

Les dames du Bureau des mesures méritent ici une place particulière. Plus qu'ailleurs, on les devinait désintéressées, par leur recrutement même, des vains soucis du monde, vivant au milieu des Etoiles, dans le renoncement de la foi monastique. Ce sont elles — Mrs. Fleming, morte aujourd'hui, Miss Maury et Miss Cannon entre autres — qui ont exécuté l'énorme travail de la classification des divers spectres et rendu ainsi à l'Astronomie le même service qu'autrefois Linné ou de Jussieu à la Botanique.

Le « Draper Catalogue » parut en 1890; mais lui aussi ne tarda pas à être jugé insuffisant. Afin d'en faciliter la continuation au Pérou, une généreuse donatrice, Miss Bruce, se chargea des frais d'un superbe instrument ayant 60 centimètres d'ouverture, un champ étendu et une grande luminosité. Le second Draper Catalogue allait sortir de là. Les résultats déduits de tous ces clichés spectraux sont également consignés dans la Revised Harvard Photometry ou dans d'autres listes d'étoiles particulières.

* * *

L'accomplissement de cet immense programme dépassait le but poursuivi : il amena indirectement une série de découvertes. Ainsi Pickering remarqua en 1889 que les raies spectrales de certaines étoiles (d'abord ζ Grande Ourse, puis β Cocher) se dédoublaient périodiquement : il voyait là les premières étoiles doubles spectroscopiques dont il devinait vite le mécanisme et qui, de jour en jour plus nombreuses, nous révèlent des couples si lointains qu'en dépit de tous les grossissements on n'aperçoit jamais qu'une seule étoile. L'étude du Ciel, si limitée dans ses moyens, acquérait de ce chef une nouvelle et puissante ressource.

Vers la même époque, Pickering découvrait dans une étoile connue, ζ Poupe, un spectre insolite faisant songer à la formule de Balmer. On l'appela la série de Pickering et on l'attribua à une forme stellaire de l'hydrogène. Ce spectre se retrouve dans d'autres astres et notamment dans les si curieuses étoiles de Wolf-Rayet : nous devons ajouter que M. Fowler a établi depuis peu qu'il était en réalité dû à l'hélium. — Une multitude d'étoiles variables furent aussi signalées, en si grand nombre même que plus des *trois quarts* de celles qu'on étudie l'ont d'abord été à Harvard College. Quant aux étoiles nouvelles, sur les 20 belles novæ de ces 30 dernières années, 15 ont été annoncées par les télégrammes de Pickering. Et ces quelques mots en disent long, pour peu qu'on y pense, sur l'activité de l'établissement.

Nous ne pouvons tout citer. Nous ne ferons que mentionner la vaste enquête statistique sur la Voie Lactée, qui a prouvé que les étoiles blanches et surtout celles à hélium y sont particulièrement concentrées, fait dont l'importance cosmogonique saute aux yeux avant même que nous en sachions les vraies raisons. D'autres recherches furent entreprises sur les Nuées de Magellan, les amas globulaires et les variables spéciales qui y fourmillent, sur la nébulosité qui relie les Pléiades, sur la grandeur stellaire du Soleil pour la première fois abordée, sur l'interprétation de nombreux systèmes tels que β Lyre, sur le spectre énigmatique de Mira Ceti, sur certaines petites planètes enfin — notre voisine Eros par exemple — dont Pickering et ses astronomes ont reconnu les fluctuations d'éclat dues sans doute à une forme irrégulière.

Nous n'avons malheureusement guère parlé des procédés et des instruments, également perfectionnés. Il nous faudrait dire comment, pour mieux surveiller le Ciel, et afin de ne laisser passer inaperçu rien d'important, un appareil spécial, le « policeman », le photographiait tout entier sur 12 clichés ; comment les étoiles variables se découvraient par dizaines grâce à d'ingénieuses superpositions de clichés successifs; comment, pour permettre l'observation visuelle sans faire tort à la photographie, un objectif convenablement calculé se métamorphosait en quelques minutes, comment les rouages des équatoriaux étaient si habilement contrôlés qu'ils suivaient le mouvement diurne [1] avec une précision inconnue ailleurs... et bien d'autres choses encore pour lesquelles la place nous manque.

* * *

En somme, on peut dire qu'une très grande part de ce qui se fait dans le monde comme astronomie d'observation sortait de Harvard College. Mais qu'avait donc cet établissement pour être aussi fécond ? Les moyens instrumentaux,

1. Pendant 1 heure entière, près du méridien, sans la moindre déformation des images photographiques et *sans que l'astronome intervienne en quoi que ce soit.*

excellents certes, n'avaient rien d'extraordinaire. Le ciel de Cambridge, à quelques kilomètres de Boston, c'est-à-dire d'une ville très active, ne vaut pas mieux que beaucoup d'autres. Pickering lui-même, malgré sa haute valeur, n'était cependant pas Newcomb, sans chercher plus loin que parmi les savants de son pays. — Non, le secret de ce succès prodigieux était ailleurs, là même où les dernières années écoulées, avec tous leurs enseignements, nous ont montré qu'il réside d'ordinaire aujourd'hui : dans l'organisation.

Une impression d'ordre, de méthode, de perfection dans les détails matériels autant qu'administratifs, impression que nous avons ressentie nous-même, frappait tous les visiteurs de l'Observatoire de Pickering. Rien n'était gaspillé, ni au propre ni au figuré. C'était comme ces usines modermes — à la Taylor — où personne ne fait un mouvement de trop, et cela sans contrainte, simplement parce que le travail productif est l'ennemi du désordre.

Savoir nettement ce qu'on veut chercher, discerner clairement les moyens nécessaires et passer à l'exécution, sans flottement ni contre-ordre. Donner l'exemple de l'activité (Pickering avait fait lui-même plus de 1.400.000 mesures photométriques). Bien choisir ses collaborateurs, les mettre à leur place et s'en faire aimer. Enfin savoir aussi captiver les profanes, les persuader que rien ne sert mieux la civilisation que la Science désintéressée et obtenir non seulement leur sympathie, mais encore leur appui matériel [1]. — Toutes ces qualités paraissent banales; il n'en coûte guère de les énumérer et chacun croit les posséder : elles sont en réalité fort rares. Pickering, comme certains hommes nés pour commander, les avait au plus haut degré : elles ont fait de lui un des plus grands astronomes du siècle.

Peut-être y a-t-il, dans cette carrière, quelque chose de consolant pour nous, Français. Nous ne pouvons songer à rivaliser avec d'autres pays sur tous les terrains scientifiques. Nous n'avons ni les ressources ni le climat de Lick ou du Mont Wilson. L'esprit d'organisation nous manque souvent lui aussi : du moins pouvons-nous espérer l'acquérir; l'avenir du pays, dans tous les domaines, l'exige d'ailleurs absolument. Si la France veut vivre, il lui faudra beaucoup de Pickerings et, si elle en trouve parmi ses astronomes, il ne sera pas impossible de tenter, dans nos Observatoires, ce qui a si bien réussi là-bas : renoncer à des méthodes surannées qui ont fait leur temps et nous orienter vers les recherches, trop dédaignées chez nous, qui ont illustré Harvard College. Celles-ci nous en apprennent davantage que beaucoup d'autres sur la constitution de l'Univers; elles nous montrent, en tout cas, de plus près, et avec moins de détours, la Nature réelle dont l'étude, sans cesse approfondie, est le seul objet véritable de l'Astronomie.

Jean Bosler,

Docteur ès sciences, Astronome
à l'Observatoire de Meudon.

1. Rappelons cette anecdote *rigoureusement authentique* : Pickering causant dans un banquet à un voisin inconnu et obtenant de lui, avant la fin de la soirée, un chèque de 250.000 francs pour un instrument qui lui manquait. — Le plus joli est que le monsieur, dont il montrait le portrait, ne voulut pas permettre que son nom fût autrement divulgué !

ENTROPIE ET PROBABILITE

I. — Importance de l'Entropie

Le monde évolue dans un sens déterminé, il vieillit comme les êtres vivants. Les innombrables modifications simples dans lesquelles on pourrait décomposer son évolution sont presque toutes irréversibles. Le plus souvent il y a alors dégradation de l'énergie, qui devient de moins en moins utilisable. Mais cette règle n'est pas absolument générale; il y a des cas, comme celui de la diffusion des gaz, où il y a irréversibilité sans dégradation d'énergie. L'entropie est la grandeur essentielle qui commande le sens dans lequel se font toutes les transformations, qu'elles soient de nature physique, chimique ou même biologique. — Nous n'envisagerons ici que les transformations physiques.

Malheureusement la Thermodynamique classique fait de l'entropie une grandeur trop abstraite pour être aisément accessible à la compréhension. La Mécanique statistique se place à un point de vue tout différent. Nous nous proposons d'exposer ici la conception qu'elle se fait de l'entropie.

II. — Rappel de la définition classique de l'Entropie

Il n'est sans doute pas inutile de rappeler la définition de l'entropie d'après la Thermodynamique classique. Le deuxième principe de la Thermodynamique a pour point de départ le postulat suivant : « Il est impossible de construire une machine thermique qui fournisse du travail sans autre compensation que le refroidissement d'un seul réservoir de chaleur. » Une telle machine réaliserait un véritable mouvement perpétuel, qu'on appelle mouvement perpétuel de deuxième espèce. Une fois ce principe posé, ce qui suit s'en déduit comme conséquence logique.

Pour chaque état d'un système physique, on peut définir son entropie comme une fonction jouissant de la propriété que, si le système est isolé (c'est-à-dire à énergie et volume constants), toute transformation spontanée fait croître l'entropie, ou, dans le cas limite des transformations réversibles, la laisse constante.

Le cas des gaz parfaits est particulièrement simple et important. Les variables indépendantes étant la température absolue T et le volume spécifique v, l'entropie a pour valeur :

$$S = m\left(c_v \log T + \frac{R}{M} \log v + C\right), \quad (1)$$

m étant la masse du gaz, c_v sa chaleur spécifique à volume constant, M sa masse moléculaire, R la constante des gaz et C une constante que nous pouvons provisoirement regarder comme arbitraire.

Pour définir l'entropie des autres substances, il est nécessaire de prendre un chemin très détourné. Considérons un système qui subit une transformation l'amenant d'un état initial I à un état final II. On peut toujours imaginer une suite de transformations réversibles le conduisant du même état initial au même état final. Il suffit de supposer que chacune de ses parties élémentaires n'a d'échanges qu'avec l'extérieur et d'une façon réversible, soit par des modifications réversibles de volume, soit par des échanges réversibles de chaleur. Si on désigne alors par $dQ.dm$ la quantité de chaleur reçue par un élément de masse dm pendant une partie infiniment petite de la transformation fictive où sa température absolue serait T, la variation de l'entropie, quand on passe de I à II, vaut :

$$\Delta S = \int_{I}^{II} \int \frac{dQ.dm}{T}. \quad (2)$$

On reconnaît facilement l'identité de (1) et de (2) pour les gaz parfaits. Pour les autres substances, on ne sait pas intégrer l'expression (2). On ne peut donc exprimer leur entropie en termes finis, et cela contribue pour beaucoup à lui donner un caractère si abstrait.

L'énergie rayonnante a aussi une entropie. Imaginons une enceinte vide à parois parfaitement réfléchissantes et ne conduisant pas la chaleur. Si nous y introduisons un corps chaud, il se refroidit jusqu'à une certaine température d'équilibre. Son entropie a diminué de $\int \frac{dQ}{T}$. Comme l'entropie totale a augmenté, il faut que l'énergie rayonnante produite et accumulée dans l'enceinte considérée ait une entropie au moins égale à $\int \frac{dQ}{T}$.

III. — Méthode de la Mécanique statistique

La Mécanique statistique aborde la question d'une façon complètement différente. Tous les systèmes qu'elle envisage sont formés d'un nombre énorme de parties identiques dont certaines propriétés sont variables. Dans le détail elles obéissent à des lois données, mais leur ensemble n'est pas coordonné. De la sorte elles obéissent à certains égards aux lois du hasard et la Mécanique statistique intervient dans la même mesure que le Calcul des Probabilités.

Les gaz sont constitués de molécules en continuelle agitation. Leur volume n'est qu'une petite fraction du volume total occupé par le gaz. Aussi, dans la plus grande partie de leur parcours, elles échappent à toute action de la part des autres molécules ou des parois du vase qui les contient. De temps en temps, chaque molécule est déviée de son chemin par le choc contre une autre molécule ou le passage dans son champ d'action. Dans l'un et l'autre cas, on dit qu'il y a choc des deux molécules l'une contre l'autre. La déviation de chacune des molécules a lieu conformément aux lois de la Mécanique. Mais les conditions du choc échappent à toute loi fixée d'avance et n'obéissent qu'aux lois du hasard. C'est la cause du désordre élémentaire.

Dans les liquides, les molécules sont libres aussi, mais bien plus rapprochées que dans les gaz. Les solides amorphes sont des liquides visqueux. Les solides cristallisés sont des constructions régulières d'atomes ou de molécules. L'agitation thermique y existe cependant : les molécules — ou les atomes — s'agitent autour de leur position d'équilibre et agissent sur les molécules voisines.

Les phénomènes électriques sont produits par les ions et les électrons qui se comportent comme des molécules soumises à une force supplémentaire du fait de leur charge électrique. Ils

prennent part à l'agitation thermique tout comme les molécules.

Les phénomènes magnétiques sont produits par des éléments connus avec moins de certitude. Quels qu'ils soient, électrons ou magnétons, ils sont liés aux atomes ou aux molécules dont ils peuvent modifier les mouvements individuels, mais sans leur enlever le caractère essentiel du désordre élémentaire.

Enfin les lois du hasard interviennent aussi dans le rayonnement, qui se trouve ainsi faire partie du domaine de la Mécanique statistique. Tout rayon ou plutôt tout faisceau de lumière est défini par la phase, la grandeur et la direction de l'amplitude des vibrations dans chaque domaine élémentaire de fréquence. Or ces grandeurs sont soumises à de continuelles fluctuations. A l'intérieur d'une enceinte fermée, l'absorption et l'émission continuelles qui se font indépendamment l'une de l'autre changent constamment l'état élémentaire du rayonnement. L'équilibre n'a lieu que dans l'ensemble avec de continuels changements dans le détail. Il est un équilibre statistique. Les lois du hasard ne sont applicables que s'il y a désordre élémentaire, c'est-à-dire si les variations de l'état élémentaire du faisceau de rayonnement se font de façon à ne rien conserver comme invariant. Cette condition se trouve réalisée grâce au grand nombre et à l'indépendance des oscillateurs qui émettent et absorbent le rayonnement, et qui sont eux-mêmes en désordre élémentaire.

Ainsi tout système physique peut être envisagé à deux points de vue, suivant qu'on envisage l'ensemble ou le détail.

Le plus souvent on s'arrête au premier point de vue; on considère l'ensemble du système qui se trouve défini par des propriétés telles que la température, la pression, le potentiel électrique ou encore la couleur et l'intensité d'un faisceau de rayonnement. Celles-ci ne tiennent pas compte individuellement de chacun des innombrables éléments incessamments variables dont le système se compose et qui interviennent dans les propriétés globales seulement par des moyennes.

Ces éléments sont en désordre élémentaire. C'est par là que la Mécanique statistique a prise sur eux. Elle combine les lois essentielles auxquelles ils sont soumis avec les lois du hasard, et établit ainsi les moyennes accessibles à l'observation.

IV. — La Probabilité et le sens de l'Evolution

Une même moyenne peut être réalisée par beaucoup d'agencements très différents des éléments qui constituent le système. En particulier un état d'ensemble permanent comporte d'incessantes fluctuations dans le détail. Ces changements ont lieu sans qu'aucune loi préside à leur succession. Bien entendu ils sont déterminés, mais leur détermination nous est impossible parce qu'elle dépend d'une multitude de conditions entre lesquelles il n'y a aucune relation ni aucune régularité.

Pour cette raison même, les changements successifs ont lieu conformément aux lois du hasard. De tous les agencements qui se succèdent souvent avec des changements considérables dans un temps très court, aucun n'est privilégié. On peut dire qu'ils sont également probables.

Il est nécessaire de montrer comment cette proposition s'accorde avec l'existence d'une évolution, car les deux choses paraissent d'abord formellement incompatibles.

En effet, si chaque état élémentaire est également probable, et si le système isolé peut passer indifféremment de l'un d'eux à tout autre compatible avec son énergie totale, il semble que toute transformation devrait pouvoir se faire indifféremment dans un sens ou dans l'autre. Il n'y aurait donc pas de transformations irréversibles. Il semble aussi qu'il ne devrait pas y avoir d'état privilégié et en particulier pas d'état d'équilibre.

Pour prendre un exemple simple, chaque molécule d'un gaz peut se trouver indifféremment dans n'importe quelle partie du vase qui le contient. Comment se fait-il alors que les molécules soient toujours distribuées uniformément dans ce vase et jamais accumulées dans une des moitiés seulement ? Si on les y enferme, pourquoi se répandent-elles uniformément dans tout le vase aussitôt qu'on leur en donne la possibilité ?

Les molécules du gaz passent d'une distribution à une autre par une série continue de transformations. Ces distributions, envisagées au point de vue des positions et des vitesses, sont donc en nombre infini. Mais nous verrons plus loin qu'il y a une manière de les grouper en un nombre fini de complexions différentes, deux quelconques d'entre elles étant également probables.

Un même état d'ensemble peut être réalisé par un certain nombre de complexions différentes. En général, ce nombre est très grand et varie dans des proportions considérables avec l'état d'ensemble réalisé. Or toutes les complexions possibles sont également probables ; donc *un état d'ensemble donné est d'autant plus probable qu'il est réalisé par un nombre plus grand de complexions différentes.*

Mais il ne faut pas se laisser tromper par le

mot probable, car les probabilités que nous envisageons sont extrêmement voisines de la certitude. Si nous agitons un mélange de deux poudres à grains identiques, les uns blancs, les autres noirs, les grains se distribuent au hasard. Il est seulement moins probable de séparer les blancs des noirs que de rendre le mélange de plus en plus homogène. Nous savons cependant que cette probabilité équivaut à une certitude.

Les systèmes physiques étant beaucoup plus compliqués, c'est une certitude encore bien plus grande qui commande leur évolution. Boltzmann a fait à cet égard un calcul très caractéristique à l'aide de la théorie cinétique des gaz. Il considère un mélange à volumes égaux de deux gaz placés dans un vase d'un décilitre, à la pression et à la température ordinaires. A partir du moment où ils sont mélangés, pour qu'il s'établisse entre eux une séparation appréciable, il faudrait attendre un temps qui est « encore énormément grand par rapport à $10^{10^{10}}$ années !

On peut donc énoncer la proposition suivante : *L'évolution d'un système physique isolé* (à énergie et volume constants) *se produit de façon à le faire passer par des états successifs de probabilité croissante.*

On voit aussitôt l'analogie avec le principe de l'entropie, qui a précisément le même énoncé à condition de remplacer *probabilité* par *entropie*. Mais on reconnaît combien l'augmentation de probabilité est plus intuitive que l'augmentation d'entropie.

V. — Principe de Gibbs-Boltzmann

Il y a là plus qu'une simple analogie fortuite. La diminution de l'entropie est impossible dans la même mesure que le mouvement perpétuel de deuxième espèce. Son impossibilité est donc non pas rigoureusement certaine, mais seulement extraordinairement probable. C'est exactement ce qu'on peut dire de l'impossibilité de la diminution de la probabilité.

L'entropie et la probabilité ont été définies à partir de deux points de vue tout à fait différents. Chacune d'elles est, dans le point de vue correspondant, la seule grandeur connue qui ne puisse jamais décroître. Si on pouvait les expliciter en fonction des mêmes variables, il est donc bien probable qu'on les trouverait fonction l'une de l'autre. C'est bien en effet ce que l'on trouve dans le cas des gaz parfaits, le seul où l'on sache faire le calcul.

Admettons que l'entropie S d'un système isolé soit fonction de sa probabilité P : $S = f(P)$. On peut alors démontrer, au moins dans des cas particuliers, que l'entropie totale $S = S_1 + S_2$ de deux systèmes indépendants est fonction de la probabilité $P = P_1.P_2$. La fonction f est alors définie par l'équation :

$$f(P_1.P_2) = f(P_1) + f(P_2),$$

qu'on résoud facilement en prenant les dérivées partielles par rapport à P_1 et à P_2, en passant aux dérivées totales et en intégrant. On trouve, à une constante additive près :

$$S = K.\ \log P, \qquad (3)$$

cette relation étant écrite sans indices, ou avec le même indice dans les deux membres de l'égalité. La constante K est absolument universelle, car le système 1 étant choisi comme système de référence, le système 2 peut être pris absolument quelconque.

Pour que la formule (3) soit applicable, il faut encore définir d'une façon précise la probabilité P.

VI. — Les domaines élémentaires d'égale probabilité

Avant d'aborder cette importante question, nous allons voir comment on peut définir l'état d'un système à l'aide des éléments qui le constituent. Nous nous bornerons d'abord au cas le plus simple d'un gaz parfait composé de molécules sphériques parfaitement lisses dont le centre de gravité coïnciderait avec le centre géométrique. L'état du gaz est défini *dans le détail* par les coordonnées x, y, z du centre de chaque molécule et par les projections u, v, w de leurs vitesses. Pour simplifier, nous les représenterons par un point de coordonnées x, y, z, u, v, w dans un espace à 6 dimensions. Comme l'état d'ensemble du gaz ne dépend que des moyennes, il sera défini si nous connaissons le nombre de points représentatifs qui se trouvent dans chaque volume

$$v = \int_D dx.dy.dz.du.dv.dw, \qquad (4)$$

l'intégrale étant étendue à un domaine D très petit de l'espace à 6 dimensions.

Deux complexions diffèrent par le nombre et l'individualité des molécules dont les points représentatifs sont dans chacun des domaines D, mais non par la façon dont ils y sont répartis.

Pour réaliser un certain état, il devra y avoir par exemple n_1 points dans le domaine D_1, n_2 dans D_2, etc., n_r dans D_r, disons n_i points dans le domaine D_i ($i = 1, 2, 3 \ldots, r$). La probabilité P est alors le rapport du nombre des complexions qui remplissent cette condition au nombre total des complexions possibles. Une condition essentielle à remplir pour que cette

définition ait un sens est que, dans le dénombrement des complexions différentes, chacune intervienne réellement pour une unité, autrement dit qu'elles soient également probables. Cette condition exige que les domaines D soient des domaines d'égale probabilité pour les molécules *prises isolément*.

On démontre alors que ces domaines ont des volumes égaux. Ils sont très petits, mais non pas infiniment petits. Leur grandeur est déterminée par la valeur absolue de l'entropie ou la détermine. Elle résulte alors soit de la loi de Nernst (valeur nulle de l'entropie des solides au zéro absolu), soit de la théorie des quanta.

Pour abréger, nous appellerons les domaines D domaines d'égale probabilité, en sous-entendant « pour les éléments *pris isolément* ». Sans cette restriction, l'égalité des volumes des domaines D entraînerait une répartition uniforme de toutes les variables. Pour nous expliquer sur un exemple, considérons les positions des molécules d'un gaz placé dans un champ de pesanteur considérable. Si nous imaginons que toutes les molécules soient immobilisées, sauf une seule, celle-ci a une accélération uniforme du haut vers le bas, mais chaque fois qu'elle rebondit verticalement vers le haut, c'est avec une vitesse qui la ferait remonter au niveau d'où elle serait partie avec une vitesse nulle. La probabilité est donc la même pour qu'elle soit dans le haut ou dans le bas du vase qui contient le gaz. Rendons maintenant leur mobilité à toutes les molécules : leurs trajectoires tendront aussi à s'incurver vers le bas et leurs chocs sur la première auront lieu plus souvent de façon à la chasser vers le bas. Par suite, les domaines d'égale probabilité, pour les molécules *prises ensemble*, ont un volume plus petit dans le bas que dans le haut.

VII. — Formule de Planck

La probabilité est un rapport. Cependant, au lieu de calculer ce rapport, il est plus commode de compter le nombre N des complexions qui réalisent l'état considéré. Alors la probabilité P n'est plus une fraction, mais un nombre. Dans l'expression (3) de S, cela change seulement la constante additive dont nous n'avons pas tenu compte.

N est égal au nombre de permutations d'un nombre d'objets égal à celui des domaines D, soit r, chaque objet étant répété respectivement $n_1, n_2, \ldots, n_r$ fois.

$$P = N = \frac{n!}{n_1!\,n_2!\cdots n_r!},\quad n = n_1 + n_2 + \cdots + n_r.$$

Bien que les domaines D_i soient très petits, chacun des nombres n_i est assez grand (quelques dizaines) pour qu'on puisse appliquer la formule de Stirling :

$$n! = \sqrt{2\pi n}\left(\frac{n}{e}\right)^n.$$

Comme les factorielles n'interviennent dans l'entropie que par leur logarithme, on ne commet aucune erreur appréciable en écrivant :

$$n! = \left(\frac{n}{e}\right)^n.$$

On a alors :

$$P = \left(\frac{n}{n_1}\right)^{n_1}\cdot\left(\frac{n}{n_2}\right)^{n_2}\cdots\cdots\left(\frac{n}{n_r}\right)^{n_r}.$$

Chacun des facteurs $\frac{n}{n_i}$ représente la probabilité pour que, *dans l'état d'ensemble considéré*, une molécule ait son point représentatif dans D_i. On peut donc écrire la dernière relation sous la forme :

$$P = p_1^{-np_1}\cdot p_2^{-np_2}\cdots\cdots p_r^{-np_r},$$

qui, combinée avec (3), donne :

$$S = -Kn\sum_{i=1}^{r} p_i \log p_i. \qquad (5)$$

En général, le nombre n_i varie lentement d'un domaine au domaine voisin, et on peut parler d'une probabilité p fonction continue de x, y, z, u, v et w. Il est alors souvent commode de mettre cette formule sous une autre forme, grâce à l'égalité des volumes des domaines élémentaires. En combinant (5) avec (4) on obtient :

$$S = -\frac{Kn}{v}\int p \log p\, dx\, dy\, dz\, du\, dv\, dw,$$

l'intégrale étant étendue à tout l'espace occupé par les points représentatifs des molécules.

VIII. — Formule de Maxwell

A titre d'exemple nous allons appliquer ce qui précède à un problème très important : *Comment se répartissent les coordonnées et les vitesses des molécules d'un gaz placé dans un champ de potentiel V?* L'état d'équilibre du gaz est défini par la condition que l'entropie est maximum, la masse, l'énergie et le volume du gaz étant constants. Soit m la masse d'une molécule ; l'énergie du gaz, somme des énergies cinétiques et potentielles de toutes les molécules, vaut à une constante additive près :

$$E = \sum n_i\left[\frac{m}{2}(u^2 + v^2 + w^2) + mV\right]$$

$$= m.n.\sum p_i\left(\frac{u^2 + v^2 + w^2}{2} + V\right).$$

A partir de l'état d'équilibre, si l'on fait subir au système une variation virtuelle qui laisse l'énergie constante et conserve la relation $\Sigma p_i = 1$, on doit trouver pour S une variation nulle. Les trois conditions se traduisent par les équations suivantes :

$$\delta E = \sum \left(\frac{u^2 + v^2 + w^2}{2} + V \right) \delta p_i = 0$$

$$\sum \delta p_i = 0$$

$$\delta S = \sum (\log p_i + 1) \delta p_i = 0.$$

Additionnons les premiers membres de ces équations multipliés respectivement par les constantes indéterminées α et β et par 1. Il vient :

$$\sum \left[\log p_i + \alpha \left(\frac{u^2 + v^2 + w^2}{2} + V \right) + \beta + 1 \right] \delta p_i = 0$$

Cette égalité est vraie quelles que soient les variations des p_i. On a donc, en laissant de côté les indices :

$$\log p + \alpha \left(\frac{u^2 + v^2 + w^2}{2} + V \right) - \gamma = 0 \quad (\beta + \gamma + 1 = 0)$$

ou :

$$p = e^{\gamma} \cdot e^{-\alpha \left(\frac{u^2 + v^2 + w^2}{2} + V \right)}.$$

On trouve la loi de répartition de Maxwell.

Les constantes e^{γ} et α sont déterminées par l'énergie du gaz et par son volume. En les calculant et en portant les valeurs trouvées dans la formule (5), on retrouve bien la formule (1), avec intervention de grandeurs moléculaires.

IX. — Généralisation et conclusion

Nous n'avons examiné en détail que le cas le plus simple. Les cas plus compliqués se traiteraient exactement de la même façon, il y aurait seulement un plus grand nombre de variables. Il y a cependant lieu de faire une remarque essentielle au sujet de leur choix. Il convient de définir chaque état élémentaire par les coordonnées généralisées de Lagrange et par les variables qui interviennent avec elles dans les équations canoniques. C'est grâce à ce choix que les domaines élémentaires d'égale probabilité ont des étendues égales.

L'entropie est encore donnée par l'équation (5).

Il semble bien que la relation entre l'entropie et la probabilité soit plus qu'une simple égalité. La probabilité doit bien être la nature même de l'entropie. Celle-ci n'existerait alors que dans des systèmes composés d'un nombre extrêmement grand de parties identiques ou de même nature, subissant dans certaines de leurs propriétés des modifications multiples et continuelles, et en désordre élémentaire.

L'énergie rayonnante est un champ électromagnétique, mais elle peut avoir une entropie, tandis qu'un champ électrique ou un champ magnétique n'en possèdent pas en général. Si elle a une entropie, c'est à cause des innombrables petites charges électriques mobiles, disons des oscillateurs par lesquels elle se modifie tout en leur servant d'intermédiaire dans leurs actions mutuelles. L'entropie est une propriété des oscillateurs eux-mêmes autant que de l'énergie rayonnante. C'est pourquoi ces oscillateurs jouent un rôle si important dans la théorie du rayonnement, où leur introduction pourrait sembler à première vue un simple artifice de calcul.

La Thermodynamique classique ne définit l'entropie que comme une expression mathématique, tandis que la Mécanique statistique remonte à la nature même des choses. C'est pourquoi elle permet d'étudier des problèmes dans lesquels la Thermodynamique classique ne serait d'aucun secours. Un de ses plus beaux succès a été de conduire à une détermination théorique de la formule du rayonnement du corps noir.

Il n'y a d'ailleurs pas lieu de se demander laquelle de ces deux définitions de l'entropie est la meilleure. Elles s'appliquent à des problèmes différents. En rejetant l'une d'elles, on se priverait volontairement d'un précieux moyen de recherche. Cependant la théorie statistique de l'entropie, déjà classique à l'étranger, rencontre encore beaucoup de préventions en France.

La découverte de la relation entre l'entropie et la probabilité est surtout l'œuvre de Gibbs et de Boltzmann. Plus récemment, un très grand progrès a été réalisé par Planck, qui, avec la théorie des quanta, a précisé et étendu les résultats antérieurement acquis.

On doit à ces savants les plus importants des ouvrages où soient exposées la théorie statistique de l'entropie et ses principales applications. Leurs titres sont :

Gibbs : Elementary Principles in statistical Mechanics (New York).

Boltzmann : Théorie des gaz (Traduction française, Paris).

Planck : Theorie der Wärmestrahlung (Leipzig).

R. Fortrat,
Docteur ès Sciences.

REVUE D'ANATOMIE

Préliminaires

Il nous a paru indispensable de faire précéder cette première Revue d'Anatomie d'un exposé succinct de la façon dont nous comprenons la tâche qu'a bien voulu nous confier la direction de ce Journal.

Si l'on veut que l'Anatomie soit une science, on ne saurait la concevoir comme purement descriptive ; ici, comme partout ailleurs, les faits constatés ne sont que des matériaux d'utilisation possible ; ce qui les fait seulement entrer dans le domaine de la science, c'est notre raison, lorsqu'elle les systématise et les élabore suivant les formes de notre entendement. Les travaux de pure description en Anatomie humaine ou animale, qu'ils tendent ou non à un but utilitaire, ne nous retiendront donc que dans la stricte mesure où leur portée générale pourra être supputée, et où ils pourront être considérés comme des contributions éventuelles (directes ou indirectes, prochaines ou éloignées) à la solution du grand problème de l'Évolution organique ; celui-ci est, en effet, l'aboutissant naturel de toutes nos spéculations en Biologie, s'il est vrai que toute science n'est qu'une élaboration des données de l'expérience en fonction du concept causal.

Les travaux dont nous nous attacherons à fournir surtout l'exposé et la critique seront ceux d'Anatomie comparée qui, en raison de l'esprit de synthèse qui les inspire, font nécessairement partie du véritable domaine de la science. Bien que les travaux de ce genre soient malheureusement peu nombreux, ils le sont trop encore en une année pour que nous puissions prétendre les examiner tous ; et nous serons forcés de choisir. Notre manière de procéder sera toujours la suivante : nous établirons des têtes de chapitres se rapportant à quelques-unes des questions qui nous auront paru les plus importantes parmi celles traitées au cours de l'année. Nous serons ainsi entraînés à chevaucher d'une période sur l'autre, à revenir parfois sur une question déjà traitée dans une revue précédente, ou encore à exposer une question ancienne qui aura pris, par la suite, une importance qu'elle n'avait pas eue ou n'avait pas paru avoir tout d'abord.

Logiquement, une Revue d'Anatomie devrait s'étendre, sinon à l'ensemble du monde organique, du moins au monde animal tout entier. Nous négligerons cependant les Invertébrés d'une façon complète. Sans doute, considérée en elle-même, leur anatomie présente-t-elle un aussi grand intérêt scientifique que celle des Vertébrés ; mais il faut convenir qu'elle a encore été trop peu étudiée pour ne pas se confondre avec la Zoologie. La plupart des recherches dont les Invertébrés font actuellement l'objet tendent plutôt à fixer les types d'organisation, à montrer leur continuité idéale, à préciser leurs affinités possibles, qu'à en rechercher le déterminisme et à faire saisir comment, sous l'influence des facteurs extérieurs, les formes que nous voyons aujourd'hui adaptées à leurs conditions particulières de milieu ont pu provenir de formes anciennes également adaptées aux conditions d'un milieu différent. L'examen des travaux anatomiques sur les Invertébrés trouve sa place naturelle dans la Revue de Zoologie, dont les Vertébrés sont, d'autre part, systématiquement exclus ; concernant les Vertébrés seuls, la Revue annuelle d'Anatomie comble donc ainsi une très importante lacune[1].

Récemment, dans ce même périodique[2], l'un de nous a essayé de faire ressortir les causes pour lesquelles la science anatomique qui, jadis, en France, a brillé d'un si vif éclat, est aujourd'hui presque abandonnée chez nous. Nulle part, en somme, elle n'est vraiment enseignée : les élèves des Facultés de Médecine, auxquels, dans l'année d'études scientifiques préparatoire dite du P. C. N., on s'est plus préoccupé de meubler la mémoire que de former l'esprit, auxquels on n'a pas appris ce qu'est véritablement la science dont, en tant que médecins, ils auront à se servir, exigent de leurs maîtres, qui souvent le déplorent, un enseignement purement utilitaire et professionnel. Quant à ceux des Facultés des Sciences, et qui seraient peut-être, bien que chez eux non plus on ne cultive guère l'esprit de synthèse, plus en mesure de s'intéresser aux grands problèmes que soulève l'Anatomie, on la leur laisse à peu près ignorer. Depuis longtemps, les Invertébrés tiennent dans les cours qui aboutissent à la licence une place presque exclusive ; et notre connaissance des Invertébrés est actuellement insuffisante pour

1. Seront également négligés les travaux concernant les faits de développement, quand ils n'auront pas un rapport direct et immédiat avec l'anatomie de l'adulte. Leur examen est à sa place dans la Revue d'Embryologie.

2. R. Anthony : L'étude de l'Anatomie comparée des Mammifères en France à l'époque actuelle. *Revue gén. des Sciences*, t. XXXVIII, p. 546 ; 15 oct. 1917.

permettre, dans la plupart des cas du moins, d'aboutir à autre chose qu'à une sèche énumération de faits. Peut-être cette suite de Revues, que nous comptons donner ici, et qui mettra, chaque année, sous les yeux des jeunes biologistes, une partie tout au moins de ce qui se fait, à l'étranger, dans les établissements d'enseignement et ailleurs, de ce qui se fait aussi chez nous, dans des milieux qu'ils n'ont guère l'habitude de fréquenter, les conduira-t-elle à reconnaître les lacunes de l'enseignement qu'ils ont reçu. Peut-être contribuera-t-elle ainsi à développer en France le goût de l'Anatomie, en même temps que le désir de la cultiver, et à faire cesser un état de choses regrettable dont la responsabilité incombe à l'enseignement mal entendu de nos Universités.

On trouvera peut-être que les circonstances sont singulièrement défavorables pour essayer de tenir des promesses faites en des temps meilleurs. La guerre, dans laquelle la plus grande partie de l'Europe et de l'Amérique se trouve engagée depuis quatre ans, a nécessairement diminué la production scientifique, en Anatomie comme en tout. De nombreux chercheurs se trouvent placés dans des conditions qui les obligent à interrompre leurs travaux; et des raisons d'ordre économique général, bien plus encore, croyons-nous, que le manque de copie, ont fait que de nombreux périodiques ont dû cesser de paraître un peu dans tous les pays. Il est difficile aussi de se tenir au courant de ce qui se fait chez nos ennemis, et cette circonstance particulière concourt, avec les causes précédentes qui sont générales, à diminuer le nombre des documents où nous pourrions puiser.

Quoi qu'il en soit, et après inventaire des ressources que peut, pendant cette période de guerre, fournir la littérature, nous avons cru pouvoir donner au début de 1919 cette première revue de quelques-uns des principaux travaux anatomiques parus en ces temps derniers [1].

I. — Les ouvrages généraux sur le déterminisme morphologique et l'adaptation

Ce sont les travaux de Packard et de Cope, et surtout le fameux livre de ce dernier, trop peu connu en France, sur les facteurs primaires de l'évolution organique [2] (Chicago, 1870), qui ont véritablement ouvert la voie aux nombreux chercheurs que nous voyons maintenant aborder l'étude du problème de l'évolution suivant un point de vue qui fut longtemps négligé, mais qui n'en est pas moins le point de vue fondamental de toute science, celui auquel nos spéculations, en Biologie comme partout ailleurs, doivent tendre et, finalement, se ramener, à savoir celui du déterminisme.

L'ouvrage de Cope resta longtemps le seul qui traitât de cette question à un point de vue d'ensemble; mais ces dernières années ont vu son exemple suivi par O. Abel [1], un élève de Dollo dont les belles recherches ont tant fait pour le développement de la science anatomique, et par R. Anthony [2]. Tout récemment R. S. Lull vient de faire paraître, sur le même ordre de sujets, un livre d'un intérêt puissant [3] dont l'un de nous a donné, il y a peu de temps, le compte rendu dans ce même périodique [4]. Le sujet est à ce point inépuisable que les ouvrages de Cope, d'Abel, d'Anthony, et de Lull, loin de se répéter, se complètent. Mais à leur propos une double remarque s'impose : leurs auteurs sont, d'une part, à l'exception d'un seul, des paléontologistes, qui ont appliqué aux animaux disparus les conséquences de nos observations éthologiques sur les animaux actuels; d'autre part, ils sont tous versés dans l'étude des Vertébrés, et ce sont des Vertébrés qu'ils se sont presque exclusivement servis pour illustrer leurs développements. Comme, cependant, ils ne sont ni les uns ni les autres des vertébristes exclusifs, on se rend compte, de par ce choix qu'ils se sont accordés à faire, des services que, mieux que toute autre, l'anatomie des Vertébrés peut rendre au point de vue de l'examen du problème fondamental que la Biologie pose. En présence de ces exemples que l'Amérique nous a donnés jadis avec Cope, qu'elle continue aujourd'hui de nous donner avec Osborn, avec Lull et plusieurs autres, on ne peut que regretter l'abandon en France d'études si fertiles au point de vue vrai de la science.

Nous ne saurions clore ce paragraphe, consacré aux ouvrages généraux sur le déterminisme morphologique et l'adaptation, sans mentionner encore un ouvrage de F. Wood Jones [5] dévolu à l'étude du problème de l'adaptation humaine et de celui de la dérivation infiniment probable de cette dernière d'une adaptation arboricole antérieure. L'ouvrage de F. Wood Jones a fait également l'objet dans cette revue d'un compte rendu de

1. Ces deux derniers paragraphes ont été écrits avant la cessation des hostilités.

2. The primary factors of organic Evolution.

1. O. Abel : Grundzüge der Palæobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart, 1912.

2. Contribution à l'étude morphologique générale des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 1912.

3. Organic Evolution; New-York, Macmillan Comp., 1917.

4. *Revue gén. des Sciences*, t. XXIX, p. 555; 15 oct. 1918.

5. Arboreal man. London, Edw. Arnold, 1916.

l'un de nous[1] : qu'il nous suffise de rappeler ici qu'en dépit du très grand intérêt qu'il présente et de son originalité, il est très loin d'épuiser l'important sujet du déterminisme de la forme humaine. M. F. Wood Jones s'est plutôt attaché à exposer ses idées personnelles et à rappeler les résultats de ses propres travaux qu'à donner une vue d'ensemble de la question ; les immenses lacunes qu'offre son ouvrage, et qu'il eût pu aisément combler en tenant un plus grand compte des travaux antérieurs, en font plutôt une source de documents nouveaux qu'un livre véritable résumant l'état de nos connaissances à une époque précise.

II. — Les idées nouvelles sur la Constitution des Ceintures

Les idées actuellement classiques sur la constitution et l'évolution des deux ceintures, scapulaire et pelvienne, sont le résultat d'une longue série de recherches auxquelles ont participé de nombreux auteurs. De l'ensemble de leurs travaux, s'est dégagée une conception très généralement admise et qui est celle que nous allons d'abord brièvement exposer.

Ceinture scapulaire. — Le type considéré comme fondamental, celui dont, idéalement, on fait dériver tous les autres, est celui réalisé chez les Batraciens urodèles, où (fig. 1) la ceinture se compose de trois pièces, l'une dorsale, les deux autres ventrales, s'unissant par leur base, et à peu près au point d'union desquelles se trouve la cavité glénoïde où s'articule la tête de l'humérus. La pièce dorsale est dite *scapulum*. Des deux pièces ventrales, l'une, postérieure, se dirigeant directement en dedans et entrant en contact avec celle du côté opposé, est dite *coracoïde ;* l'autre, antérieure, plus étroite, se dirigeant obliquement en dedans et en avant, mais restant assez loin de la ligne médiane, est dite *procoracoïde*.

On admet que chez les Batraciens anoures (fig. 2), qui conduiraient à ce point de vue aux autres Vertébrés, la ceinture scapulaire est construite sur le même type. Toutefois, les deux éléments ventraux se seraient réunis à leur extrémité libre, formant un anneau complet qui circonscrit un orifice auquel, par analogie avec ce que l'on observe à la ceinture pelvienne des Mammifères par exemple, on a donné le nom de *trou obturateur*. L'élément qui forme la marge postérieure de l'anneau est donc considéré comme étant le coracoïde ; celui qui en forme la marge antérieure comme étant le procoracoïde. Notons, par parenthèse, qu'au coracoïde se superpose de bonne heure et souvent même finit par se substituer totalement un élément osseux d'origine membraneuse qu'on appelle la *clavicule*.

L'interprétation que nous venons de rapporter des éléments ventraux de la ceinture scapulaire chez les Urodèles et chez les Anoures, sert de base à la conception de l'évolution morphologique de cette ceinture chez les autres Vertébrés marcheurs. On considère, en effet, qu'à l'exception des cas nombreux où tous les deux semblent persister (Chéloniens, par exemple), les éléments ventraux de la ceinture scapulaire subissent, au cours de la phylogénie, une régression progressive portant tantôt sur un seul élément, tantôt sur les deux à la fois.

Ceinture pelvienne. — Comme pour la ceinture scapulaire, c'est la ceinture pelvienne des Urodèles qui sert de point de départ.

Elle se compose de deux pièces, l'une dorsale, l'autre ventrale, se réunissant au niveau de la cavité cotyloïde. La pièce dorsale est représentée par un os allongé en forme de baguette, appelé *ilion ;* on admet qu'en raison de sa position dorsale, l'ilion est l'homologue du scapulum. La pièce ventrale est constituée par une large plaque, dont la moitié antérieure, ou *pubis*, serait l'équivalent du procoracoïde et la moitié postérieure, ou *ischion*, parfois relativement individualisée par l'apparition dans son épaisseur d'un centre d'ossification, serait l'équivalent du coracoïde.

Dans la suite des Vertébrés marcheurs, la modification secondaire essentielle subie par la ceinture pelvienne serait la séparation des deux parties, antérieure et postérieure, de la plaque *pubo-ischiale :* le *pubis* et l'*ischion* seraient alors séparés l'un de l'autre par un orifice appelé le *trou obturateur*. Aucune formation comparable à la clavicule ne viendrait à la ceinture pelvienne se superposer au pubis[1].

Telle est la conception classique de la morphologie des ceintures dans la série des Vertébrés marcheurs. Répond-elle à la réalité des faits[2] ? Les travaux récents d'Anthony et Vallois

1. *Revue gén. des Sciences*, t. XXVIII, p. 155 · 15 mars 1917.

1. Notons cependant que certaines chauves-souris, du groupe des Microchéiroptères, présentent une ossification plus ou moins complète du ligament ilio-pubien (arcade de Fallope). Quoique ayant une origine embryologique analogue à celle de la clavicule, l'élément osseux nouveau ainsi formé en est totalement différent par sa situation et ses rapports.

2. L'importante question de la morphologie des ceintures avait été mise à l'ordre du jour de la Section d'Anatomie et d'Embryologie du XVIIe Congrès international de Médecine tenu à Londres en 1913, et l'un de nous (R. Anthony) chargé du rapport

sur les Batraciens actuels, ceux des paléontologistes Williston, Broom, Watson sur les Reptiles fossiles de divers groupes, ceux enfin de l'embryologiste Vialleton s'accordent pour répondre non de la façon la plus catégorique.

Le mémoire d'Anthony et Vallois[1] a pour sujet la « signification des éléments ventraux de la ceinture scapulaire chez les Batraciens ». Sa conclusion essentielle est que le procoracoïde des Urodèles n'a rien à faire avec la branche antérieure de la partie ventrale de la ceinture des Anoures. L'homologation des parties ventrales de la ceinture scapulaire des Vertébrés serait donc toute à reprendre, puisque le point de départ qu'on lui donne est faux.

Le premier argument que font valoir les auteurs est la situation des divers segments de la ceinture par rapport à la cavité glénoïde. Si l'on prolonge en effet chez un Urodèle l'axe de cette dernière (axe facile à déterminer, puisque la cavité glénoïde a une forme en fer à cheval[2]), on constate qu'il passe par l'échancrure coraco-procoracoïdienne, laissant par conséquent du côté dorsal le procoracoïde, ce qui tendrait à indiquer que le procoracoïde est, morphologiquement, plutôt une pièce dorsale qu'une pièce ventrale. Ceci est d'ailleurs corroboré par le fait que le procoracoïde ne présente jamais de centre d'ossification distinct et que, quand sa base s'ossifie, c'est toujours par l'extension du noyau d'ossification du scapulum. De ces faits, on peut conclure que le procoracoïde des Urodèles n'est pas, à proprement parler, une pièce ventrale, mais qu'il se rattache étroitement au scapulum, tant au point de vue anatomique qu'à celui de l'embryologie.

Chez les Anoures, la cavité glénoïde présente le même aspect que chez les Urodèles. Or, chez eux, l'axe de cette cavité passe dorsalement à l'ensemble de la plaque ventrale. Toute cette plaque, c'est-à-dire le procoracoïde et le coracoïde des classiques, présente donc par rapport à l'humérus cette même position ventrale qu'avait seul le coracoïde des Urodèles. D'autre part, dorsalement à l'axe de la cavité glénoïde, on voit se détacher de la base du scapulum une apophyse assez marquée dirigée cranialement et qu'on appelle l'*acromion* (fig. 2). C'est cet acromion des Anoures qui représente, pour Anthony et Vallois, l'équivalent morphologique du procoracoïde des Urodèles.

1. *Bibliographie anatomique*, t. XXIV, fasc. 4, p. 218 à 277; 1914.

2. Disposition remarquable signalée pour la première fois par R. Anthony chez le *Cryptobranchus*. *XVII th Intern. Congress of Medicine*, sect. Anatomy. London, 1913.

La pièce cartilagineuse qui limite en avant le trou obturateur des Anoures ne serait donc pas un procoracoïde, mais seulement la branche antérieure d'un coracoïde fenestré. La pièce qui limite en arrière ce trou obturateur ne représenterait plus que la moitié postérieure du coracoïde au lieu de représenter le coracoïde tout entier. Quant au soi-disant trou obturateur, il ne serait plus l'équivalent de l'échancrure coraco-procoracoïdienne des Urodèles : le fait qu'il donne passage à un nerf du plexus brachial, le nerf supracoracoïdien, porte à penser qu'il est en réalité l'équivalent, mais excessivement agrandi, d'un petit orifice que l'on trouve au milieu de la plaque coracoïdienne des Urodèles où il donne également passage au même nerf supracoracoïdien.

L'étude des muscles ne fait que confirmer cette conclusion, qui résulte de la seule considération

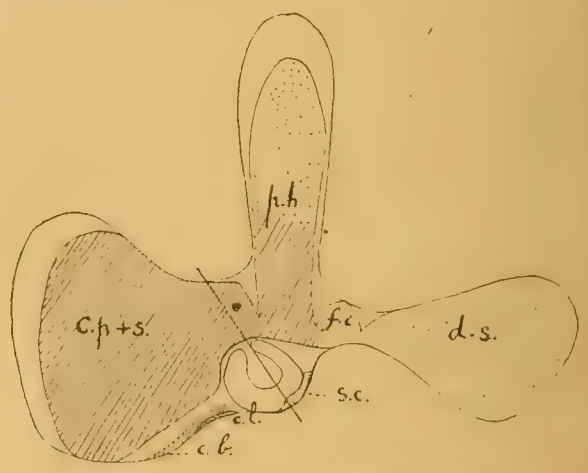


Fig. 1. — *Ceinture scapulaire gauche du* Menobranchus lateralis (× 3)

c. p. + s., insertions sur la plaque coracoïdienne des muscles coraco-radial propre et supracoracoïdien; — *p. h.*, insertion sur le soi-disant procoracoïde du muscle procoraco-huméral; — *f. i.* et *d. s.*, insertion sur le scapulum du muscle dorsal du scapulum.

c. b., coracobrachialis brevis; — *c. l.*, coracobrachialis longus; — *s. c.*, subcoracoscapularis.

Les insertions indiquées par un pointillé correspondent aux faisceaux musculaires innervés par le nerf dorsal; celles indiquées par des hachures correspondent aux faisceaux innervés par le nerf supracoracoïdien. La double innervation du procoraco-huméral est bien visible. — Le trait noir indique l'axe bissecteur de la cavité glénoïde; cet axe passe par l'échancrure coraco-procoracoïdienne. (Cliché de la *Bibliographie anatomique*.)

du squelette. Chez les Urodèles (fig. 1), les muscles qui relient la face cutanée de la ceinture scapulaire au membre forment trois groupes, et leurs appellations indiquent leurs insertions : un groupe dorsal (*m. dorsalis scapulæ*); un groupe ventral (*m. supracoracoïdeus* et *m. coraco-radialis proprius*); un groupe cranial (*m.*

procoraco-humeralis). L'innervation de ces muscles est faite par deux nerfs : d'une part un nerf dorsal, qui se distribue au *dorsalis scapulæ* et à la moitié dorsale du *procoraco-humeralis;* d'autre part un nerf ventral, le nerf supracoracoïdien, qui perfore la plaque du coracoïde par le petit orifice déjà signalé et se distribue aux muscles *supracoracoïdeus* et *coraco-radialis proprius*, ainsi qu'à la moitié ventrale du *procoraco-humeralis*. Ce dernier est donc caractérisé par une innervation double.

Chez les Anoures (fig. 2), on trouve : 1° un muscle *dorsalis scapulæ;* 2° un ensemble de muscles dont l'origine occupe toute l'étendue de la plaque ventrale, aussi bien sa branche antérieure (procoracoïde des auteurs) que sa branche postérieure (coracoïde des auteurs), et dont la terminaison se fait sur l'humérus et sur le radius. Cet ensemble, dont le nerf moteur traverse le trou obturateur, représente, indiscutablement, les *supracoracoïdeus* et *coraco-radialis proprius* des Urodèles; 3° un muscle qui se porte de l'acromion sur l'humérus, l'*acromio-humeralis*, muscle dont la moitié ventrale est innervée par le nerf supracoracoïdien, tandis que sa moitié dorsale est innervée par le nerf du *dorsalis scapulæ*. Ce muscle est, évidemment, l'homologue à peine modifié du *procoraco-humeralis* des Urodèles.

Les conséquences que l'on peut tirer de ces faits, en ce qui a trait à l'évolution morphologique générale de la ceinture antérieure dans la série des Mammifères marcheurs, sont grandes, puisqu'elles impliquent la suppression d'un des trois éléments considérés jusqu'ici comme fondamentaux, le procoracoïde qui ne serait qu'une apophyse du scapulum, déjà très réduite chez les Anoures.

Voici, brièvement résumés, les résultats essentiels des recherches modernes, principalement de celles de Williston, de Broom et de Watson sur la ceinture scapulaire des Stégocéphales fossiles et des plus anciens Reptiles des groupes *Cotylosauria*, *Pelycosauria*, *Deinocephalia*, *Theriodontia*, etc.

Chez les Rachitomes (Stégocéphales du Permien inférieur) tels que l'*Eryops*, le *Cacops*, le *Trematops*, la ceinture scapulaire, réduite à sa partie fondamentale, c'est-à-dire abstraction faite des formations d'origine dermique, est constituée d'un seul élément scapulo-coracoïdien, à la partie moyenne duquel s'articule l'humérus; la région coracoïdienne ou ventrale de cet élément unique porte un orifice par où devait passer le nerf supracoracoïdien (Watson)[1].

Chez les Pélycosauriens, de même que chez les Deinocéphales, les Dicynodontes, etc., l'arc thoracique comporte trois éléments individualisés (fig. 3) : un scapulum (dorsal) qui, chez le *Dicynodon Halli* Watson, par exemple, porte un acromion bien marqué; un élément moyen appelé par les auteurs qui l'ont étudié précoracoïde, mais que, pour éviter toute confusion, il vaut mieux désigner à notre sens par le terme

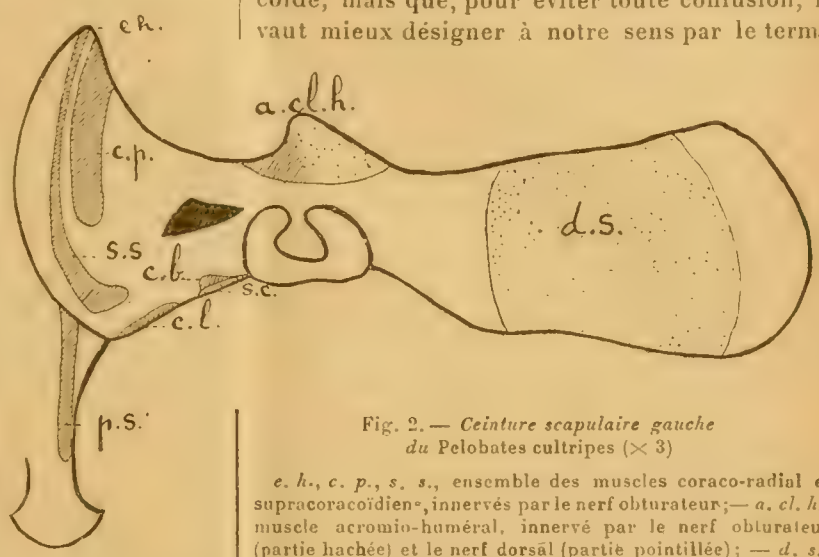


Fig. 2. — *Ceinture scapulaire gauche du* Pelobates cultripes (× 3)

e. h., *c. p.*, *s. s.*, ensemble des muscles coraco-radial et supracoracoïdien, innervés par le nerf obturateur; — *a. cl. h.*, muscle acromio-huméral, innervé par le nerf obturateur (partie hachée) et le nerf dorsal (partie pointillée); — *d. s.*, muscle dorsal du scapulum, innervé par le nerf dorsal.

L'axe bissecteur de la cavité glénoïde, non indiqué sur la figure, mais facile à se représenter, ne passe pas par le trou obturateur (dessiné en noir sur la figure), mais par l'échancrure acromio-coracoïdienne. (Cliché de la *Bibliographie anatomique*.)

de coracoïde antérieur; un élément postérieur ou coracoïde, que nous proposerons d'appeler coracoïde postérieur (Williston, Broom, Watson).

Chez les Cotylosauriens (*Seymouria* par exemple), l'arc thoracique ne comporte que deux éléments : un scapulum dorsal et un coracoïde ventral (Williston, Broom et Watson). Watson[2] considère ce dernier élément non point comme représentant les coracoïdes antérieur et postérieur des Pélycosauriens, Deinocéphales, Dicynodontes, etc., non encore individualisés, mais comme étant un coracoïde antérieur, le postérieur n'existant pas encore.

La présence d'un double coracoïde ne serait

1. The evolution of the tetrapod shoulder girdle and fore limb. *Journ. of Anatomy*, oct. 1917.
2. Watson : *loco citato*.

donc point pour lui, comme pour Williston, la condition primitive des Reptiles.

L'ensemble des auteurs précités estiment que le coracoïde souvent fenestré des Sauriens serait un coracoïde antérieur (qu'ils appellent précoracoïde), et Watson, se basant sur la régression manifeste que subit peu à peu le coracoïde antérieur des Anomodontes, défend l'opinion que celui des Mammifères, généralement réduit à l'état de vestiges, mais que Broom vit si bien développé chez un très jeune *Trichosaurus*, serait un coracoïde postérieur.

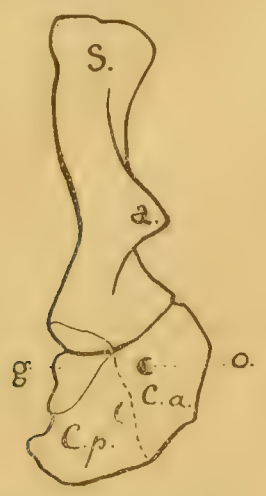


Fig. 3. — Dicynodon Halli. *Arc scapulaire droit; face externe.* — S., scapulum; — *c. a.*, coracoïde antérieur; — *c. p.*, coracoïde postérieur; — *a.*, acromion; — *g.*, articulation basilo-humérale; — *o.*, orifice probable du nerf supracoracoïdien. (Imité de WATSON : *Journal of Anatomy*.)

En résumé, des recherches d'Anthony et de Vallois d'une part, de celles de Williston, Broom et Watson d'autre part, se dégagent dès maintenant, relativement à la partie fondamentale de la ceinture scapulaire (les formations secondaires d'origine dermique, clavicule, cleithrum, episternum, etc., étant, pour le moment présent, laissées hors de compte), les données suivantes qui paraissent suffisamment assises :

Chez les Stégocéphales rachitomes, de même que chez les Urodèles actuels, c'est-à-dire chez les Batraciens de type primitif, l'arc thoracique comprend un scapulum et un coracoïde non encore individualisé. Chez les Urodèles actuels, le scapulum comporte un long processus céphalique, acromion (procoracoïde des auteurs).

Chez les Cotylosauriens, les Sauriens et vraisemblablement les Batraciens anoures actuels, on note simplement une tendance plus ou moins marquée à l'individualisation du coracoïde, qui chez les seconds et les troisièmes deviendrait de plus fenestré; les Batraciens anoures présentent un acromion, mais beaucoup plus réduit que celui des Urodèles.

Chez les Pélycosauriens et un certain nombre de groupes voisins, Dicynodontes par exemple, un coracoïde secondaire postérieur s'ajouterait au coracoïde primitif des Stégocéphales rachitomes, Urodèles, Cotylosauriens, etc., lequel peut de ce fait être appelé maintenant coracoïde antérieur. De plus, chez les Dicynodontes notamment, on remarque, comme chez les Batraciens anoures, un court acromion.

Dans le phylum qui aboutit aux Mammifères (Anomodontes), le coracoïde antérieur entrerait en régression, et les vestiges coracoïdiens des Mammifères actuels dépendraient du coracoïde postérieur ou secondaire apparu chez les Pélycosauriens, Dicynodontes, etc.

Nous n'avons pas jugé à propos de rappeler ici les hypothèses moins solides que l'on peut émettre à propos des divers groupes de Reptiles que nous n'avons pas nommés, des Oiseaux, des Monotrèmes, etc. La question reste encore ouverte en ce qui les concerne; mais il est à considérer que nous voyons, au moins dès maintenant, la route à suivre pour trancher définitivement et complètement un problème qui est, sans aucun doute, l'un des plus complexes que pose la morphologie comparée.

Les deux publications de Vialleton[1], qui ne sont, comme il l'annonce, qu'une introduction à un mémoire plus développé ultérieur, doivent, en raison de leur caractère très particulier, être examinées à part des précédentes.

Que l'on remarque d'abord, fait observer l'auteur, que les premiers mémoires traitant de l'évolution des ceintures n'envisageaient celles-ci qu'en elles-mêmes, sans égards à leurs connexions, ni à leurs rapports avec les muscles, les nerfs et les organes voisins. Le type d'un tel travail est la monographie de Parker (1868). Un notable progrès a été réalisé lorsque la description morphologique pure et simple des pièces osseuses s'est doublée, avec Sabatier (1880), de l'étude des muscles. Un autre progrès est celui que réalisent, entre autres, les nombreux travaux de Fürbringer (1873-1900), où il est tenu compte à la fois des muscles et des nerfs. Les trois sortes de renseignements se complètent alors mutuellement.

Vialleton ajoute à la considération des pièces

1. Conditions morphologiques du bassin des Vertébrés tétrapodes. *Bulletin de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier*, 1917, n° 2-4, p. 70-114; — Ceinture pectorale et thorax des Vertébrés tétrapodes. *Ibidem*, 1917, n° 5-7, p. 170-214.

osseuses, des muscles et des nerfs celle des rapports avec le tronc. L'évolution morphologique de la ceinture scapulaire se rattachera donc étroitement à celle du thorax, de l'extrémité antérieure du cœlôme et du cou. L'évolution de la ceinture pelvienne se rattachera, non moins étroitement, à celle du plancher pelvien de la cavité abdominale et devra être étudiée en fonction des conditions de statique du membre inférieur.

Ceinture scapulaire. — En ce qui concerne les *Amphibiens*, Vialleton admet les conclusions d'Anthony et de Vallois relativement à la signification des éléments ventraux de la ceinture. Mais le trait essentiel de cette dernière serait, pour lui, qu'elle entoure complètement l'extrémité craniale du cœlôme (essentiellement représentée par le péricarde). On sait que les côtes des Batraciens, très réduites, ne s'engagent jamais dans les parties latérales du tronc; à plus forte raison ne se sternalisent-elles point. Ce sont les éléments ventraux de la ceinture scapulaire qui remplissent chez eux le rôle que joue ailleurs le sternum costal (point d'appui musculaire). Ce rôle explique, à ses yeux, les grandes dimensions que présente ici la ceinture scapulaire.

A propos des *Sauriens*, intéressante à noter est l'opinion de l'auteur que « les différents rayons osseux qui limitent les fenêtres représentent les lignes principales de force et les lignes de résistance » de la ceinture soumise à l'action des muscles. L'application de ce principe mécanique à l'étude de la ceinture scapulaire semble susceptible de nous donner la clef du dispositif des fenestrations diverses, si multiples dans leurs aspects, que présente cette ceinture.

Les rapports de la ceinture avec le cœlôme ne sont plus ici les mêmes que chez les Batraciens. Le scapulum est en grande partie séparé de la cavité cœlômique par les deux premières côtes, en dehors desquelles il est situé. Mais ces deux côtes s'arrêtent à mi-distance de la ligne médiane antérieure du thorax, de sorte que c'est la plaque coracoïdienne qui achève ventralement la paroi de ce dernier. L'orifice antérieur du thorax se trouve ainsi bordé dorsalement par la première côte et ventralement par le bord cranial de la plaque coracoïdienne que double la clavicule. Chez les Sauriens, par conséquent, la ceinture scapulaire s'unit au thorax pour former une cage zono-thoracique entourant l'extrémité antérieure de la cavité viscérale.

Chez les *Oiseaux*, le coracoïde paraît avoir subi un mouvement de rotation qui fait que son bord cranial regarde en dedans. Au lieu de former, comme chez les Sauriens, une partie de la paroi latéro-ventrale du tronc, il semble, par suite, en former plutôt la paroi antérieure. Une conséquence de cette torsion serait l'atrophie de toute la partie craniale de la plaque coracoïdienne qui, si elle ne s'était pas atrophiée, aurait obturé l'orifice antérieur du thorax. Toute la portion antérieure du coracoïde n'est plus représentée, pour Vialleton, que par une toile fibreuse tendue entre le bord mésial du coracoïde et une autre membrane qui provient de la clavicule. Les relations de la ceinture avec le cœlôme sont à peu près les mêmes que chez les Sauriens, et, chez les Oiseaux aussi, il existe une cage zono-thoracique.

Chez les *Mammifères*, la ceinture s'est complètement séparée du thorax costal et celui-ci reste seul à remplir le rôle de soutien pour la cavité viscérale. En dehors de ce caractère général, le type de la ceinture est très différent chez les Monotrèmes et chez les Euthériens.

Chez les Mammifères non monotrèmes, le scapulum est placé sur la face externe des côtes dans leur partie dorsale. Son caractère essentiel consiste, pour Vialleton, en ce que la cavité glénoïde est située à son extrémité ventrale et perpendiculairement à son axe. Il en résulte que l'axe de l'humérus est, ou peut être mis, dans le prolongement de l'axe du scapulum, « qui fonctionne bien plus comme segment du membre, chez les Mammifères sans clavicule, que comme élément zonal ceinturant le tronc ». Vialleton conclut de ces faits que la partie ventrale de la ceinture ne peut exister chez les Mammifères non Monotrèmes, puisque le membre en a pris la place. Il va même jusqu'à nier qu'aucune des pièces rudimentaires qui en sont habituellement considérées comme les restes puisse avoir cette signification.

Chez les Monotrèmes, toute la ceinture, au lieu d'être placée sur les côtés du thorax, est située en avant de lui, dans le cou. Et l'auteur regarde une telle disposition comme le résultat de l'adaptation à la vie fouisseuse qui entraînerait en même temps la persistance du coracoïde. En raison de sa position, la ceinture scapulaire des Monotrèmes ne peut donc, en aucune manière, être regardée comme un terme de passage entre celle des Reptiles et celle de l'ensemble des Mammifères.

En résumé, chez les Amphibiens, la ceinture scapulaire remplace le thorax absent. Chez les Sauriens, étroitement unie au thorax, elle forme avec lui autour de la cavité viscérale une cage zono-thoracique. Il en est de même chez les Oiseaux, mais là une rotation en dedans de la plaque

coracoïdienne détermine l'atrophie de toute la partie craniale de cette plaque. La ceinture des Monotrèmes, perdant toute relation avec le thorax et avec la cavité viscérale, vient se loger dans le cou. Celle des autres Mammifères, enfin, s'applique contre la cage thoracique sans relations directes avec la cavité viscérale; en outre, l'articulation de l'humérus avec l'extrémité ventrale du scapulum détermine la disparition de toute la plaque ventrale coracoïdienne.

Ceinture pelvienne. — Ici, ce sont les rapports avec le plancher pelvien qu'il s'agit de considérer. Sous le nom de plancher pelvien, l'auteur désigne la partie de la ceinture qui constitue la paroi ventrale du bassin et s'interpose, typiquement, entre les muscles droits et obliques de l'abdomen en avant, le cloaque et les muscles ventraux de la queue en arrière.

Chez les *Urodèles* (fig. 4, I), c'est toute la moitié ventrale de la ceinture pelvienne, c'est-à-dire la plaque pubo-ischiale, qui forme le plancher pelvien de la cavité viscérale; complètement enfouie dans la paroi, elle est directement en contact par toute sa face dorsale avec le cœlôme. Le fait que les muscles droits de l'abdomen s'insèrent sur son bord antérieur et les muscles ischio-caudaux sur son bord postérieur, montre nettement qu'elle est partie intégrante de la paroi ventrale.

Chez les *Sauriens*, on considère généralement que les deux branches osseuses, divergentes à partir de la cavité cotyloïde, et qui constituent la partie antérieure du bassin, résultent de la fenestration de la plaque pubo-ischiale. Tel n'est pas l'avis de Vialleton. En effet (fig. 4, II), chez les Sauriens, les muscles droits de l'abdomen ne s'insèrent pas sur le bord antérieur de ce qu'on appelle le pubis, mais bien sur le bord postérieur de ce qu'on appelle l'ischion. L'auteur en conclut que, seul, le bord caudal de l'ischion peut être homologué chez les Sauriens à la plaque pubo-ischiale des Urodèles, puisque, seul, il s'interpose entre les muscles abdominaux et les muscles ischio-caudaux. La moitié craniale de leur ischion et la totalité de la branche horizontale de leur pubis seraient à ses yeux des éléments néoformés.

Notons, en ce qui concerne les *Crocodiliens*, que Vialleton estime que la pièce généralement regardée comme pubis serait en réalité une côte ventrale.

Chez les *Mammifères* (fig. 4, III), la partie ventrale du bassin n'est plus en rapport avec la cavité viscérale, qui s'arrête au niveau de son bord antérieur où se fixent, d'autre part, les muscles grands droits. Le corps du pubis et l'ischion seraient des formations secondaires dont le développement serait en rapport avec celui du sinus uro-génital.

Telle est, brièvement résumée, la conception de Vialleton. Pour la juger, il faut attendre que paraisse le mémoire plus détaillé qu'il annonce. Peut-être toutes les conclusions qu'elle laisse entrevoir ne subsisteront-elles pas? Mais ce qu'il

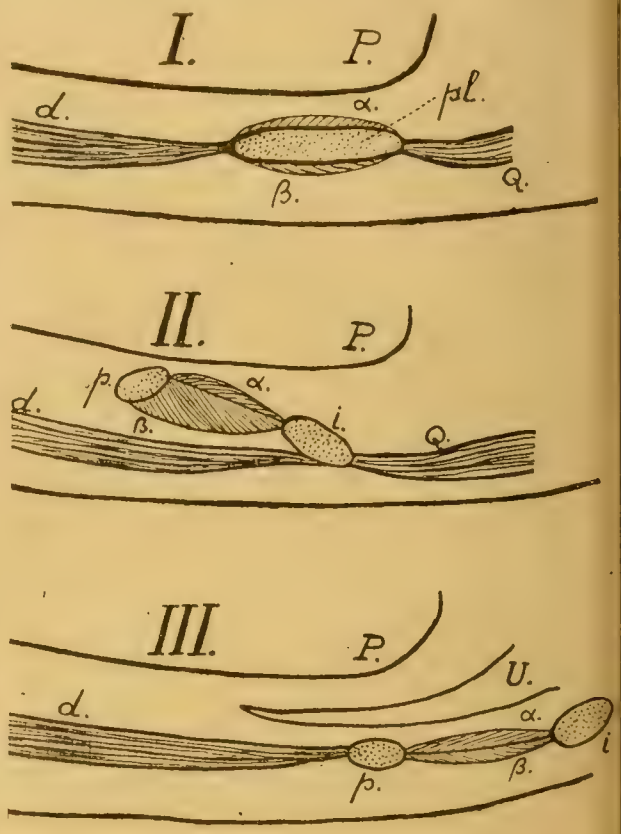


Fig. 4. — *Coupes antéro-postérieures et parasagittales de la paroi abdominale antérieure et du plancher pelvien.* (Schémas des auteurs destinés à illustrer la conception de Vialleton.)

I. chez un Urodèle; II, chez un Saurien; III, chez un Mammifère.

P., cavité péritonéale; — *pl.*, plaque pubo-ischiale (des Urodèles); — *p.*, pubis; — *i.*, ischion; — α, muscle pubo-ischio-fémoral externe (obturateur ext. chez les Mammifères); — β, muscle pubo-ischio-fémoral interne (obturateur int. chez les Mammifères); — *d.*, muscle grand droit de l'abdomen; — *Q.*, muscle ischio-caudal; — *U.*, sinus uro-génital.

faut considérer présentement, c'est qu'elle élargit considérablement le problème et que l'on ne pourra se dispenser de tenir compte des vues originales de Vialleton.

A travers les recherches dont nous venons d'exposer les résultats, nous voyons nettement les ruines d'une conception que l'on pouvait croire l'une des plus solides de l'Anatomie comparée. Et il semble même que l'ensemble

de ces travaux en cours nous fournisse, à mesure, les moyens de reconstituer ce qu'ils sont en train de détruire.

III. — Les recherches sur les organes génitaux des Mammifères

De 1914 à 1918, le Professeur F. Wood Jones a continué ses importantes recherches sur les organes génitaux des Mammifères. Parmi les résultats qu'il a publiés au cours de cette période, il convient de mentionner surtout ceux qui concernent : le genre *Tupaïa*[1], insectivore de type primitif qui rappellerait singulièrement les Primates par l'organisation de son système génital; les Chéiroptères[2]; le *Galeopithecus*[3], mammifère énigmatique qui serait pour l'auteur, se basant sur les conclusions de ses travaux particuliers, un représentant des formes ancestrales d'où les Chéiroptères ont pu provenir.

Il convient d'insister tout spécialement sur les conclusions de F. Wood Jones relatives aux organes génitaux du genre *Tupaïa* : on sait que la tendance actuelle est d'opposer les Tupaiidés et les Macroscélidés à l'ensemble des autres Insectivores ; ils conduiraient aux Primates, au Galéopithèque et aux Chéiroptères, alors que les autres Insectivores conduiraient aux Carnassiers.

Nous devons, d'autre part, au Professeur A. Meek[1] une excellente étude d'ensemble des organes génitaux des Cétacés (*Phocœna communis*, *Lagenorhynchus albirostris*, *Delphinapterus leucas*, *Monodon monoceros*, *Delphinus delphis*, *Balœna mysticetus*), où il s'efforce de faire ressortir les modifications en rapport avec la vie pélagique, tant au point de vue de l'anatomie qu'à celui de la physiologie.

Enfin, E. Retterer et A. Neuville ont publié aussi[5] un assez grand nombre de notes consacrées à l'étude des organes génitaux externes des Vertébrés et plus particulièrement des Mammifères. Ce sujet présentait de nombreux points controversés, et les classiques eux-mêmes étaient loin d'être d'accord sur des faits relativement élémentaires.

On considère généralement, par exemple, le gland comme un renflement du tissu spongieux de l'urèthre. Il y a déjà longtemps que Retterer, partant de données histologiques et embryologiques, s'était élevé contre cette interprétation, et les dispositions qu'il a décrites, avec H. Neuville, chez divers Mammifères, achèvent de la ruiner.

C'est ainsi que, chez l'Eléphant, les corps caverneux se prolongent jusqu'à l'extrémité du gland en embrassant le corps spongieux inclus sous leur albuginée : ici, comme ailleurs, le gland est formé à la fois par les corps caverneux et par le corps spongieux; son revêtement cutané est séparé de bonne heure, par une invagination épithéliale, en deux feuillets : l'un pariétal, formant le fourreau ou prépuce, l'autre viscéral, restant intimement uni aux tissus sous-jacents et se vascularisant à l'extrême pour former l'écorce érectile. L'étude des faits tératologiques amène d'ailleurs aux mêmes conclusions, et H. Vallois, au cours de la dissection des organes génitaux externes d'un chien hypospade[1], avait déjà été amené à reconnaître le bien-fondé de la conception de Retterer.

En ce qui concerne la structure des corps caverneux, Retterer et Neuville concluent que l'ébauche de ces corps est identique partout, mais qu'elle se développe différemment suivant les cas : tantôt, seule, la partie radicale des corps caverneux est munie de tissu érectile, tandis que sa partie distale devient cartilagineuse ou osseuse (os péniens de nombreuses espèces mammaliennes); tantôt, la trame reste fibreuse et des vaisseaux dilatés en remplissent les interstices; tantôt, elle s'enrichit de fibres musculaires, et les capillaires débouchent dans des réservoirs à parois résistantes et élastiques. Les corps caverneux présentent ainsi l'un des exemples les plus démonstratifs des transformations que subissent des parties homologues suivant des conditions physiologiques diverses.

En 1914, Ed. Retterer avait étudié, en collaboration avec A. Lelièvre, l'influence de la castration sur la structure du pénis chez les Chats. Avec H. Neuville, il a repris cette étude sur les Bœufs et les Moutons, animaux faciles à observer en très grand nombre, et susceptibles ainsi de fournir des résultats particulièrement probants. Les auteurs ont observé que la castration diminue les dimensions du pénis et du gland et modifie la forme de ce dernier; elle diminue la tendance de l'albuginée à produire du cartilage; elle favorise la transformation des éléments conjonctifs en tissu adipeux; chez les Moutons, la charpente de l'appendice uréthral, au lieu de devenir vésiculo-fibreuse, demeure simplement fibreuse.

L'appendice uréthral des Ruminants a enfin

1. *Journal of Anatomy*, janvier 1917.
2. *Journal of Anatomy and Physiology*, octobre 1916.
3. *Journal of Anatomy and Physiology*, janv. 1916.
4. *Journal of Anatomy*, janv. 1918.
5. *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 1913-1917.

1. *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1913.

été l'objet de la part d'E. Retterer et de H. Neuville d'intéressantes observations. Chez certains Ruminants, l'appendice uréthral n'existe pas : l'urèthre s'ouvre alors soit à l'extrémité du gland (acrospades de Retterer et Neuville), soit en deçà de cette extrémité, au sommet d'une courte papille et à la face inférieure ou latérale de l'organe (hypospades de R. et N.) ; chez d'autres, il forme un tube cylindrique, plus ou moins long et plus ou moins contourné à l'état de repos : à son extrémité s'ouvre l'urèthre (télespades de R. et N.). Chez les Cavicornes, le Bœuf est hypospade, le Mouton est télespade ainsi que les Antilopes, à l'exception, dans l'état actuel de nos connaissances, du Guib (*Tragelaphus*) et du Nylgau (*Boselaphus*) qui sont acrospades. Les Cervidés vrais sont aussi acrospades, tandis que les Moschidés et les Tragulidés sont télespades. Enfin, les Girafes présentent à cet égard, comme à beaucoup d'autres, des variations individuelles : Retterer et Neuville ont observé une Girafe acrospade, tandis que d'autres sujets ont été décrits comme télespades.

Les auteurs insistent sur le fait que le Guib et le Nylgau, qui diffèrent ainsi, au point de vue des organes génitaux externes, des autres Antilopes, constituent, à d'autres égards, des types très particuliers : se basant sur leurs caractères spéciaux, Knotterus-Meyer et Matschie ont incorporé le Nylgau aux Girafidés. De même, les Moschidés et les Tragulidés, télespades alors que les vrais Cervidés sont acrospades, diffèrent, à tous points de vue, profondément de ceux-ci. Et enfin, en ce qui concerne les Girafes, dont les affinités restent encore indécises, la variabilité du caractère envisagé est à rapprocher de la variabilité de plusieurs autres. Ed. Retterer et H. Neuville estiment que la position de l'orifice uréthral sur la verge est un élément qui doit entrer en ligne de compte pour l'appréciation des affinités réciproques des divers groupes de Ruminants.

Cette dernière conclusion a soulevé à la Société de Biologie une suite de discussions avec le Professeur Trouessart, qui se refuse à accorder à ce caractère une importance taxinomique comparable à celle que présenteraient les caractères sur lesquels, depuis longtemps, on base la classification des Ruminants. La détermination des affinités réelles des groupes dont toute classification doit être le tableau exige des recherches aussi nombreuses que variées ; et ce sont les discussions que soulèvent les opinions émises qui contribuent le mieux à les susciter.

Retterer et Neuville ont également signalé chez un Singe, le Cercocèbe fuligineux, la présence de canaux de Gartner qui n'avait été jusqu'à présent constatée que sur quelques rares espèces (femme, vache, truie, chatte). Le fait intéressant est que ces canaux débouchent dans le vagin à l'union de son tiers moyen avec son tiers inférieur. Or on admet, classiquement, que les canaux de Gartner représentent les canaux de Wolff, et le vagin, les canaux de Müller. Comment expliquer alors que les premiers débouchent dans les seconds, au lieu de déboucher, comme le voudrait l'embryologie, dans le sinus urogénital représenté chez l'adulte par la vulve? Tourneux pense que les canaux de Wolff de l'embyron femelle se fusionnent, par leur extrémité distale, avec les canaux de Müller, de sorte qu'en réalité le tiers inférieur du vagin proviendrait des uns comme des autres conduits. Pour Retterer et Neuville, le tiers inférieur du vagin dérive du sinus urogénital : dans la partie profonde de ce sinus apparaîtraient deux lames latérales qui se rejoindraient sur la ligne médiane pour donner naissance à la cloison uréthro-vaginale, dédoublant ainsi cette partie profonde du sinus en deux segments, l'un prolongeant l'urèthre et l'autre, le vagin.

Quoi qu'il en soit, il est en tout cas certain que le tiers distal du vagin doit être considéré, contrairement aux données classiques, comme ayant une origine différente de ses deux tiers proximaux.

IV. — Les plissements néopalléaux des Primates (morphologie et développement)

La description du neopallium humain, telle qu'elle est faite dans tous les traités classiques d'Anatomie, est une description artificielle. Elle n'est ni physiologique (les recherches récentes de Brodman et de beaucoup d'autres sur les « champs cérébraux » l'ont prouvé surabondamment), ni anatomique, puisqu'on voit mettre sur le même plan des plissements dont la signification est totalement différente, par exemple la scissure de Sylvius et le sillon de Rolando. Elle ne peut être envisagée que comme une sorte de clef mnémotechnique donnant à un anatomiste non exercé le moyen de se reconnaître rapidement dans les détails nombreux de la surface néopalléale. Artificielle comme elle l'est, cette description du cerveau humain reste, de par sa nature, propre à l'homme ; on a pu l'étendre aux Primates, et encore pas à tous (cas du *Cheiromys*) ; mais entre elle et la description du neopallium des autres Mammifères s'étend un hiatus qui semble infranchissable.

Qu'une telle conception ait pu dominer jusqu'ici tient surtout à la pénurie des travaux récents sur la morphologie et l'embryologie du neopallium. Le premier auteur qui fit entrevoir les liens étroits qui rattachent la morphologie cérébrale télencéphalique, et plus particulièrement celle du neopallium des Primates en général, à celle des autres Mammifères, est William Turner, lorsqu'il montra que beaucoup de non-Primates, dans le groupe des Carnassiers par exemple (Ursidés, Mustélidés), ont une insula operculisée comme l'Homme et les Singes.

Dans ses nombreux travaux, notamment sur la région postérieure des hémisphères, G. Elliot-Smith nous rendit ces liens plus manifestes encore. R. Anthony et A. S. de Santa-Maria les ont précisés par leurs études de la région latérale externe du neopallium; en synthétisant les travaux de G. Elliot-Smith et les leurs, ils sont arrivés à élaborer un plan de description qui, convenant tout aussi bien aux Primates qu'aux non-Primates, rend compte de l'évolution morphologique des plissements, tant au cours de l'évolution des divers groupes qu'au cours de l'ontogénie des individus.

Ces résultats généraux ont fait l'objet du cours d'Anatomie de R. Anthony à l'Ecole d'Anthropologie (1911-1912), et un résumé de ce cours, illustré de nombreuses figures, a été publié l'an dernier[1]. Dans la description qu'il donne de l'écorce du télencéphale, le rhinencéphale ne retient guère l'auteur, et il se borne, à son propos, à exposer les résultats des recherches d'Elliot-Smith et de G. Retzius qui ont fait abandonner la vieille conception de Broca. Les chapitres qui traitent de l'évolution du neopallium sont la partie essentielle de l'exposé, puisque ce sont eux qui ont pour but de substituer à la nomenclature ancienne une nomenclature nouvelle, rationnelle, basée sur la comparaison de tous les Mammifères.

Dans un cerveau de type relativement simple, comme celui d'un Canidé, on trouve, sur la face externe du neopallium, trois sillons en fer à cheval, s'engainant successivement : l'ectosylvia, la suprasylvia-postsylvia et la scissure corono-latérale; leur centre de figure est représenté par un sillon axial, la pseudosylvia. En avant, est un sillon oblique, la presylvia. Enfin, sur la face interne du cerveau, sont la scissure calcarine et la scissure intermédiaire qui s'enroule parallèlement au corps calleux. — Tels sont les plissements qui peuvent être considérés comme les « plissements archaïques » du cerveau des Mammifères, car ils sont présents dans toutes les espèces dont le cerveau a une taille compatible avec une certaine complexité; la calcarine d'abord, et la suprasylvia ensuite se montrent même, parmi ceux-ci, les plus fondamentaux.

Chez les Primates, ces plissements sont fortement modifiés du fait de l'accroissement du neopallium qui entraîne : 1° l'invagination dans sa presque totalité du « territoire central » de la face externe (ainsi est appelé, en raison de ses connexions avec les noyaux gris centraux, le territoire situé en dedans de la suprasylvia et en arrière de la presylvia); 2° l'apparition de sillons radiaires, conséquence mécanique de la forme globuleuse que prend le cerveau par suite de son accroissement. La suprasylvia-postsylvia, qui délimite en haut et en arrière le territoire central, est représentée chez l'Homme par la partie postérieure du circulaire supérieur de Reil, le sillon temporo-pariétal n° 1 et le premier sillon temporal; en avant, ce sillon se réunit par un sillon de formation secondaire (*transversus gyri reunientis*), réduit à sa partie postérieure chez les Singes, complet seulement chez l'Homme, à la presylvia qui correspond au circulaire antérieur de Reil (fronto-orbitaire des Anthropoïdes). Le territoire central, si largement apparent sur la face externe du cerveau de la plupart des non-Primates, se trouve représenté chez l'homme par l'insula, la face supérieure du lobe temporal et la première circonvolution temporale. Son invagination, que l'on voit progresser des Lémuriens à l'Homme, détermine l'existence de la soi-disant scissure de Sylvius (fig. 5).

En dehors de ce territoire, sur la zone périphérique du neopallium, le sillon corono-latéral est représenté par le sillon frontal inférieur (vraisemblablement) et le sillon intrapariétal.

La face interne de l'hémisphère varie peu des non-Primates aux Primates : la calcarine conserve les mêmes rapports constants avec l'aire striée, mais se complique par l'addition de la rétrocalcarine; l'intermédiaire n'est autre que le sillon appelé, en anatomie humaine, le callosomarginal. Quant aux sillons radiaires (sillon de Rolando, lunatus, incisure pariéto-occipitale, etc.) qui se superposent chez les Primates aux sillons archaïques, ce sont des sillons de néoformation dont il serait vain, par conséquent, de rechercher les homologues chez les non-Primates. Or, ce sont justement certains de ces sillons qui ont été considérés jusqu'ici comme fondamentaux, fait qui ne contribuait pas peu à rendre impossible toute comparaison.

1. La Morphologie du cerveau chez les Singes et chez l'Homme. *Revue anthropologique*, mars, avril, mai, juin, juillet, août 1917.

Tel est, résumé seulement dans ses lignes fondamentales, le nouveau plan descriptif du cerveau qui nous est proposé. Cette conception se substituera-t-elle à la conception classique, dépourvue de toute valeur anatomique réelle? Il est malaisé de le dire. La description classique a pour elle la routine, la force que crée l'habitude de termes employés partout, dans les milieux médicaux comme dans les milieux anatomiques. N'oublions pas cependant qu'en ce qui concerne le cervelet, la vieille subdivision en

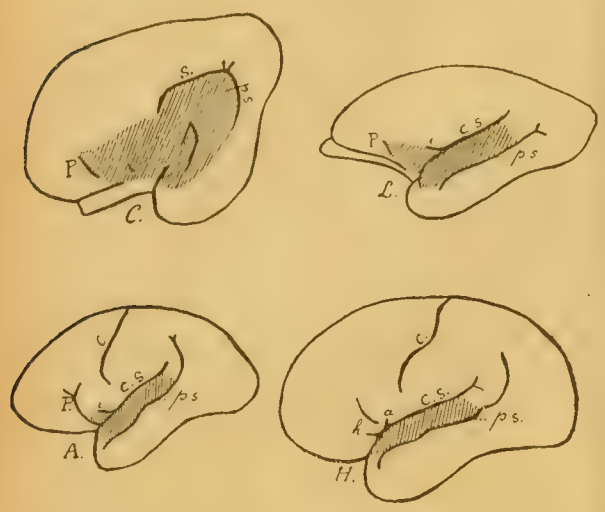


Fig. 5. — *Operculisation du territoire central du neopallium dans les différents types de Primates*; les parties indiquées par des hachures sont celles qui restent superficielles chez les types représentés : *C.*, Cheiromys (pas d'operculisation). — *L.*, Lemur. — *A.*, Gibbon. — *H.*, Homme.

S., suprasylvia; — *p. s.*, postsylvia: — *C. S.*, complexe sylvien; — *P.*, presylvia; — *i.*, incisura opercularis (chez le Gibbon); — *a.*, branche ascendante, et *h.*, branche horizontale du complexe sylvien (chez l'Homme); — *C.*, central. (D'après la *Revue anthropologique*.)

lobes et lobules est en train de disparaître et que la conception récente de Bolk, basée sur l'anatomie comparée, a, depuis quelques années, pris place dans les traités classiques.

Le plan de description du neopallium qui résulte des recherches d'Elliot-Smith, ainsi que de celles d'Anthony et de Santa-Maria, est surtout basé sur l'anatomie comparée; mais il convenait de rechercher aussi si les sillons considérés comme fondamentaux, d'après la comparaison des formes adultes, sont également ceux qui se développent les premiers au cours de l'ontogénie et si, au point de vue embryologique, ils sont également fondamentaux.

C'est pour répondre à cette question que R. Anthony a entrepris l'étude du développement du cerveau chez les Singes. Le développement du neopallium humain est bien connu aujourd'hui, et, parmi les documents que l'on possède à cet égard, ceux qu'a fournis G. Retzius sont suffisamment complets pour que nous puissions nous considérer en possession de tous les matériaux désirables. Mais, sur le développement du neopallium des Singes, on ne savait presque rien : un seul cerveau de fœtus de Gorille avait été décrit, par Deniker; deux cerveaux de fœtus de Gibbon avaient été décrits, l'un par Deniker, l'autre par Elliot-Smith. Un cerveau de fœtus de Cebus avait été anciennement figuré par Pansch et c'était seulement à cela, à très peu de choses près, que se bornait, avant les recherches de R. Anthony, l'ensemble de nos documents.

Réunissant les observations des autres aux siennes propres, cet auteur vient de faire paraître la première partie de son travail d'ensemble[1], et a ajouté déjà aux données anciennes la description d'un nouveau cerveau de fœtus de Gorille, d'un nouveau cerveau de fœtus de Gibbon, enfin celle d'un fœtus de Chimpanzé, le premier qui ait été examiné. Ces matériaux, trop peu nombreux, ne permettent point encore d'apercevoir les conclusions générales qui se dégageront de l'ensemble de l'ouvrage actuellement en cours. Nous reviendrons sur la question du développement du cerveau chez les Singes à mesure qu'en paraîtront les autres parties.

En même temps que paraissait le mémoire de R. Anthony sur le développement du cerveau des Anthropoïdes, Hulshoff Pol publiait, dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences d'Amsterdam, une série d'études sur divers points de détails se rapportant au développement du neopallium du *Semnopithecus maurus* Schreb.

V. — La villosité du placenta et ses mitochondries

Depuis le moment où Benda a donné le nom de mitochondries à certaines formations cytoplasmiques décrites avant lui par de nombreux auteurs, les travaux sur ces organites se sont multipliés. On les a trouvées dans presque toutes les cellules animales, aussi bien dans les tissus normaux que dans ceux, pathologiques, des tumeurs; on les a aussi cherchées, et avec non moins de succès, dans les cellules des Protistes et dans les tissus végétaux. Les formations mitochondriales, sous quelque forme qu'elles se

1. Le développement du cerveau chez les Singes : Préliminaires et Anthropoïdes. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 1916.

présentent, existeraient donc typiquement dans toutes les cellules vivantes, animales ou végétales, normales ou pathologiques ; ce seraient des organites nécessaires à la cellule, au même titre que le noyau et que le centrosôme.

Il existe encore cependant quelques tissus où le chondriôme n'a pas été signalé. Tel est le cas des globules rouges ; tel était également, jusqu'il y a très peu de temps, le cas des cellules du placenta à terme. En ce qui concerne les globules rouges, on déclare généralement que, ceux-ci étant des cellules très évoluées, les mitochondries ont dû s'être entièrement transformées ; suivant l'hypothèse soutenue depuis longtemps par E. Retterer, l'explication serait beaucoup plus simple : si le globule rouge n'est qu'un noyau libre, comme le dit cet auteur, il ne peut avoir de mitochondries, puisque la mitochondrie est essentiellement une formation cytoplasmique. En ce qui concerne le placenta, seule l'absence de travaux spéciaux pouvait expliquer qu'on n'y eût pas encore décrit de mitochondries, puisqu'il est acquis qu'elles prennent une part essentielle aux phénomènes de sécrétion cellulaire et que le placenta peut bien, en un certain sens, être regardé comme un organe d'absorption et de sécrétion. En fait, en 1908, Van Cauwenberghe avait montré la présence de mitochondries dans l'épithélium du chorion humain pendant la première moitié de la grossesse. Dans un travail récent, M. de Kervilly [1] a décrit le chondriôme dans l'épithélium et le tissu conjonctif des villosités placentaires, à tous les stades de la parturition.

Une villosité placentaire, prise isolément, comprend : un axe central conjonctif, une couche cellulaire dite couche de Langhans, une couche plasmodiale dite syncytium de Van Beneden, limitée par deux membranes, enfin une bordure ciliée.

Des cellules de l'axe central, les unes sont des cellules conjonctives ordinaires, étoilées ou fusiformes, anastomosées ; les autres, d'un type très spécial, propres aux villosités jeunes, sont les « cellules vacuolaires », qui représenteraient, pour certains, des globules blancs phagocytes, et qui seraient, pour d'autres, une forme particulière de cellules plasmatiques. Pour de Kervilly, ce sont des cellules conjonctives modifiées, des cellules sécrétoires. En effet, leur cytoplasme renferme des grains mitochondriaux contre lesquels se forment, petit à petit, les vacuoles qui grossissent, tandis que le nombre des grains diminue. Le produit soluble contenu dans les vacuoles n'a pas pu être identifié, mais ce ne saurait être de la graisse.

La couche de Langhans persiste, suivant de Kervilly, pendant toute la grossesse, mais, aux derniers stades, les cellules sont isolées ou groupées en amas au lieu de former, comme au début, une couche continue. Cette opinion s'oppose à celle de nombreux auteurs qui admettaient la disparition de cette couche pendant les derniers mois de la vie fœtale. A tous les stades de la grossesse, les cellules de Langhans présentent un chondriôme dont l'aspect est variable selon la cellule examinée : chondrioconte, mitochondrie ou chondriomite ; ces différences ne dépendraient pas de l'âge, mais seulement de l'état fonctionnel actuel. On trouve aussi dans le cytoplasme des vacuoles où s'accumulent les substances élaborées par le chondriôme. La cellule de Langhans est donc une cellule glandulaire, mais le fait que l'orientation des éléments du chondriôme est quelconque, prouve qu'elle n'est pas polarisée au point de vue sécrétoire ; elle se comporte comme une cellule de glande à sécrétion interne.

L'origine de la couche de Langhans a été discutée : mésodermique pour les uns, cette couche serait ectodermique pour la plupart ; en tout cas, on s'accorde pour lui reconnaître une origine fœtale. Selon de Kervilly, une partie des cellules de Langhans serait, au contraire, d'origine maternelle : en s'accroissant vers la périphérie, le syncytium engloberait un certain nombre de cellules déciduales ; le protoplasma de celles-ci ne tarderait pas à être absorbé par le syncytium, mais plusieurs noyaux seraient incorporés sans être détruits et se grefferaient dans le protoplasme syncytial. Plus tard, ces noyaux reconstitueraient, dans l'intérieur du syncytium, des cellules entourées d'une membrane et semblables aux cellules de Langhans. Si l'hypothèse de de Kervilly est vraie, on se trouverait en présence d'un phénomène du genre de ceux qu'a décrits, pour d'autres organes, Guieysse-Pélissier.

La membrane basale qui existe entre les cellules de Langhans et le syncytium ne serait pas une vitrée, mais une lame de nature conjonctive ; comme elle ne peut donner passage à des cellules migratrices, on ne peut expliquer, comme on l'a fait parfois, certains phénomènes d'hérédité par la migration de globules blancs maternels à travers les villosités placentaires.

Le syncytium présente, à tous les stades de la grossesse, des formations mitochondriales libres : dans la partie moyenne, dite « zone

1. *Archives mensuelles d'obstétrique et de gynécologie*, 1916.

nucléaire », ainsi que dans la « zone sous-nucléaire », les grains mitochondriaux, comme ceux de sécrétion, sont petits et peu nombreux. Dans la « zone sus-nucléaire », les uns et les autres sont très abondants et volumineux, occupant la majeure partie du cytoplasme. Le syncytium fonctionne donc comme une cellule glandulaire, ceci n'étant pas, au surplus, sa seule fonction : les mitochondries élaborent des grains de sécrétion qui ne sortent du syncytium que par dialyse, car, en aucun endroit, de Kervilly n'a pu voir, contrairement à ce que disent les classiques, de vacuole protoplasmique s'ouvrir dans les espaces intervilleux.

A la partie superficielle du syncytium existe une bordure ciliée que l'auteur, contrairement à l'opinion courante, a rencontrée à tous les stades de la grossesse; elle se présente sous des aspects extrêmement variables et l'on y trouve de nombreux grains de sécrétion et des mitochondries.

Le travail de de Kervilly nous ouvre des horizons nouveaux sur la cytophysiologie du placenta et, si ses conclusions sont confirmées, elles conduiront peut-être à envisager d'une façon tout autre qu'on ne l'a fait jusqu'ici le problème des échanges entre la mère et le fœtus; l'étude des phénomènes de télégonie pourrait y trouver une nouvelle voie.

R. Anthony,
Directeur adjoint à l'Ecole
des Hautes-Etudes,
Professeur à l'Ecole d'Anthropologie.

H. Vallois,
Chargé d'un Cours d'Anatomie
à la Faculté de Médecine de Montpellier.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bugat-Pujol (Capitaine). — Statique graphique. — *1 vol. in-4° de XII-237 p., avec 1 atlas de 41 pl. comprenant 171 fig. Préface de* M. Paul Appell, *membre de l'Institut. (Prix : 24 fr.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

Pour donner une idée de cet ouvrage, nous ne saurions mieux faire que de reproduire quelques passages de la Préface, due à M. Paul Appell, juge particulièrement qualifié en la matière :

La Statique graphique, d'origine récente, a pris rapidement une grande extension, parce que, pour l'ingénieur et le praticien, elle substitue, au calcul, des constructions graphiques dont les règles sont simples, dont le développement est conforme à la nature des problèmes et dont les résultats ont une signification concrète ; en outre, les fautes, souvent difficiles à découvrir dans un calcul, sautent aux yeux dans les méthodes graphiques.

Dans l'ouvrage actuel, le capitaine Bugat-Pujol, après l'exposé théorique indispensable à la compréhension de chaque cas envisagé, s'attache à en développer le côté pratique. Il donne, en s'inspirant de l'esprit de l'enseignement de Carlo Bourlet au Conservatoire des Arts et Métiers, des règles assez simples pour que le dessinateur puisse en faire des applications faciles, sans être tenu de revenir à la théorie, qui a été exposée une fois pour toutes; il traite de nombreux et suggestifs exemples, se rapportant tous à des questions effectivement posées dans l'industrie. Il arrive ainsi à donner à l'ingénieur, à l'architecte, au charpentier, au mécanicien, une idée réaliste de la Statique, en lui fournissant les moyens de traiter avec précision les questions de Statique pure qui appellent à chaque instant son attention.

Tout en partant de notions très élémentaires, l'auteur pousse son exposé jusqu'aux propriétés des polygones de Crémona, l'étude des ponts avec charges roulantes et des arcs à rotules.

Après l'exposé des éléments, l'auteur s'occupe d'abord des forces parallèles et des centres de gravité, puis des couples et de leurs moments; il étudie les réactions des appuis avec et sans frottement, et il donne des applications nombreuses à l'équilibre des poutres, des consoles, des fermes de combles et de leur résistance à l'action du vent. Vient ensuite l'étude des problèmes de résistance des matériaux, des couples de torsioni et des efforts tranchants, développés par des charges solées ou uniformément réparties : citons, en particulier, les épures ayant pour objet la détermination des moments, des efforts et des tensions dans des poutres ou des essieux portant à la fois des charges isolées et des charges réparties, asymétriques et inégales, ou soumis à des poussées obliques. L'auteur introduit ici un élément qu'il appelle le *moment idéal* et il fait des applications intéressantes de cette notion aux manivelles et aux vilebrequins.

Les systèmes triangulés sont traités par la méthode de Crémona, conjointement avec les méthodes de Ritter et de Culmann.

Viennent ensuite les problèmes relatifs aux charges roulantes, aux calculs et aux épreuves de ponts. Enfin est exposée la théorie des arcs articulés : détermination des pressions et des effets de cisaillement et de flexion dans un arc, sous l'influence du vent et des charges permanentes isolées ou réparties.

En appendice, on trouvera une application de la statique graphique au problème de la poussée des terres.

Les épures sont tracées sur des planches spéciales, formant un atlas, qu'on peut avoir commodément sous les yeux pendant la lecture.

2° Sciences physiques

Les Progrès de la Physique moléculaire. *Conférences faites en 1913-1914 par* Mme P. Curie, MM. J. Becquerel, M. de Broglie, A. Cotton, Ch. Fabry, P. Langevin, Ch. Mauguin et H. Mouton. — *1 vol. in-8° de 243 p. avec fig. (Prix : 12 fr.) Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1914.

Ce volume qui, bien que portant la date de 1914, n'a paru qu'à la fin de l'année dernière, renferme une série de conférences faites devant la Société française de Physique, en 1913-1914, sur les sujets suivants :

La Physique du discontinu, par M. P. Langevin ;

Les progrès de nos connaissances concernant les rayons de Röntgen, par M. M. de Broglie;

Les cristaux liquides, par M. Ch. Mauguin ;

Les radio-éléments et leur classification, par Mme P. Curie ;

Biréfringence magnétique des liquides purs. Anisotropie et orientation des molécules, par M. H. Mouton ;

Symétrie des cristaux et symétrie moléculaire, par M. A. Cotton;

Les mouvements des particules lumineuses dans les gaz, par M. Ch. Fabry.

Ces conférences, faites par des savants particulièrement compétents, nous donnent l'état de la science, à la veille de la guerre, sur ces diverses questions de Physique moléculaire.

3° Sciences naturelles

Chauveau (Dr C.), *Sénateur de la Côte-d'Or.* — **La France agricole et la guerre.** T. II. — *1 vol. in-12 de 321 p. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1918.

L'auteur a présenté dans ce livre une 3e édition de ses Etudes sur les améliorations foncières et la culture mécanique. Le remembrement de la propriété rurale et les échanges d'immeubles ruraux sont deux questions d'actualité dont l'exposé est fait avec une bonne méthode et une documentation précise. Un projet de loi a d'ailleurs sanctionné les efforts méritoires du sénateur Chauveau. Nous apprécions moins favorablement l'étude fragmentaire, et de polémique, sur l'Enseignement agricole. Nous croyons que, mieux informé, l'auteur modifierait ses idées sur les Instituts Agricoles d'Université, si prospères à l'étranger, et qu'un ostracisme aveugle, mais puissant, empêche seul, en France, de donner toutes leurs possibilités.

Nous voyons un grand pays, les Etats-Unis — en cela d'ailleurs se rencontrant avec l'Allemagne économique — qui a adopté pour ses enseignements agricoles la formation universitaire ; et ce pays vient d'accomplir, depuis 20 ans, dans les domaines, théorique et pratique, de l'Enseignement et des Recherches, des travaux agronomiques admirés du monde entier. En France, tout le monde constate, avec l'auteur, l'impuissance de développement et la déchéance des effectifs recrutés par nos Ecoles d'Agriculture des divers degrés : les statistiques (p. 216-17) ne trompent pas à cet égard. D'autre part, nos Stations Agronomiques n'ont à peu près rien fait pour élever la mentalité scientifique paysanne, pas plus que pour perfectionner nos méthodes traditionnelles ou développer le rendement scientifique de leurs laboratoires, qui sont enlisés dans les travaux d'analyse chimique. Il faut donc changer quelque chose dans l'esprit directeur de ces services : origine, éducation, mode de préparation et de recrutement des maîtres. Ce n'est pas la dernière loi votée sur ce sujet qui représente un progrès ou une lueur d'amélioration des concours. Ceux-ci restent réservés aux tenanciers de petites chapelles qui redoutent la concurrence. Il faut un bel optimisme,

pour supposer, avec l'auteur, que les Ecoles d'Agriculture de demain vont attirer 60.000 élèves, lorsque celles d'hier n'en recevaient pas 2.000, et voyaient parfois des bourses d'études offertes et délaissées. Les maîtres compétents, qui pourraient suffire à cette besogne, seraient d'ailleurs difficiles à trouver.

S'il était permis à un orfèvre de parler orfèvrerie, nous dirions, avec beaucoup de nos collègues de l'Enseignement supérieur, que toutes les réformes en matière d'Enseignement public en France sont toujours et fâcheusement particularistes. C'est tout l'édifice qu'il faudrait reconstruire, avec une haute préoccupation de l'ensemble. Ce qu'il faudrait créer, c'est, comme le demandait Paul Bert, un Ministère de l'Education Nationale. Il y a aussi une technique de l'Enseignement, de son organisation, de ses leviers matériels et moraux, de coordination des efforts. Cette technique ne s'improvise pas et nécessite quelque apprentissage, en plus d'une haute culture générale. En cela nous voyons le Dr Chauveau prendre le point de vue inverse, et souhaiter (p. 226) l'éparpillement des Ecoles techniques dans dix Ministères différents, dont la compétence en matière d'enseignement est parfois discutable, qui semblent s'ignorer ou se jalouser, et perdent le point de vue *national*. Ce qu'il faut réaliser, dans une démocratie, c'est la suppression des compartiments jaloux de leurs privilèges, c'est le concours ouvert à tous, la fonction donnée à qui fait la preuve de ses aptitudes et de ses mérites, la variété de la préparation aux professions et aux concours de tous ordres, où librement chacun peut demander sa place ; c'est aussi l'organisation pédagogique des enseignements avec le but non pas seulement de servir les intérêts des individus et des fonctionnaires, mais aussi ceux de l'Etat. Et ce dernier doit avoir des objectifs de rendement politique et économique qui ne se peuvent atteindre que s'il centralise et coordonne tous les rouages administratifs qui y conduisent. Cela est plus vrai surtout du point vue de l'enseignement qui a un but économique. En cette matière, le législateur lui-même doit être guidé dans son travail par un but objectif de rendement pratique à réaliser et réalisable, et non pas, comme cela arrive trop souvent, par le souci de dresser une façade, et de satisfaire son idéologie du moment. Toutes nos lois sur les enseignements techniques sont à refondre : nous attendons le grand maître qui pourrait y apporter à la fois un sage esprit révolutionnaire et une bonne méthode de constructeur.

L'ouvrage se termine (p. 233 à 326) par des articles de propagande, extraits de la presse quotidienne; ils ont naturellement une portée plus limitée, mais ils indiquent l'activité et la curiosité de l'auteur sur les questions forestières, ou dans la campagne en faveur de la culture mécanique. Plusieurs des appels du sénateur Chauveau sont relatifs à des situations créées par les faits connexes de la guerre. Ils sont de la bonne publicité d'actualité.

EDMOND GAIN,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy,
Directeur de l'Institut Agricole et Colonial.

4° Sciences médicales

Moure (Prof. E.), **Liébault** (Dr G.) et **Canuyt** (Dr G.). — **Pathologie de guerre du larynx et de la trachée.** — *1 vol. gr. in-8° de 370 p. avec 128 fig. et 8 pl. en couleurs.* (*Prix : 29 fr. 15.*) *F. Alcan, éditeur, Paris*, 1918.

En temps de paix, la proportion des lésions laryngo-trachéales par rapport aux plaies des autres organes est assez forte; en temps de guerre, les blessures du larynx et de la trachée sont plutôt rares ; un certain nombre de publications françaises ont étudié ces blessures; les auteurs ont jugé utile d'écrire un travail d'ensemble sur la question.

Les troubles fonctionnels sans aucune lésion objective, mutité, aphonie, bégaiement, sont d'abord envisagés avec les solutions militaires. Puis sont passées en revue les lésions extrinsèques, périlaryngées ou extralaryngées avec les blessures des nerfs laryngés supérieurs, récurrent et les paralysies laryngées associées ; les lésions des organes voisins : œsophage, hypopharynx. Le troisième chapitre est consacré aux plaies de guerre du conduit laryngo-trachéal. L'extraction des projectiles du larynx, de la trachée, des bronches constitue un gros chapitre. L'évolution, les complications des traumatismes laryngo-trachéaux sont étudiées en détail, particulièrement les laryngo-sténoses, qui sont presque toujours l'aboutissant des blessures laryngées. Un chapitre spécial est consacré à l'action des gaz toxiques sur les voies respiratoires supérieures. La dernière partie, la plus importante, renferme la technique des diverses interventions que réclame la chirurgie de guerre du larynx et de la trachée. La trachéotomie, la thyrotomie sont décrites. Le traitement des laryngo-sténoses cicatricielles est exposé complètement avec tous les détails nécessaires. Le traitement chirurgical de ces sténoses a fait de grands progrès et la laryngo-trachéotomie suivie de dilatation à ciel ouvert, puis de plastique, constitue une opération suffisamment bien réglée pour qu'on puisse en attendre les meilleurs résultats pratiques.

Cet important traité, orné d'un grand nombre de gravures et de planches coloriées, est d'une lecture extrêmement facile et instructive. Le souci des auteurs a été moins de faire une œuvre de science pure qu'un guide pratique du chirurgien et du laryngologiste en présence des blessés du larynx. M. le Professeur Moure a réussi parfaitement à vulgariser, tout en les précisant, les méthodes opératoires qui lui ont donné de si beaux résultats. Le traité qu'il publie constitue un véritable monument qui lui fait le plus grand honneur, et cet honneur rejaillit sur la science française.

J. DUVERGEY,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

5° Sciences diverses

Flagey (E.). — **Comment devenir ingénieur : par l'Ecole ou par l'Usine?** — *1 vol. in-18 de 243 p.* (*Prix : 4 fr. 50.*) *Payot et Cie, éditeurs, Paris*, 1918.

Ce livre promet plus qu'il ne tient. C'est un simple exposé de ce que l'auteur a vu en Amérique en matière d'enseignement technique : opinions de professeurs et de techniciens; programmes sommaires de cours. Il renferme peu d'inédit : l'ouvrage d'Omer Buyse, l'article de M. Jarry dans la *Revue de Métallurgie* ont, ce me semble, mieux dégagé l'esprit de l'enseignement technique américain, esprit plus divers, d'ailleurs, qu'on le croit généralement. Et les principales opinions rapportées par l'auteur ont déjà paru sous son nom dans la *Revue générale d'Electricité*.

Un chapitre sur l'ingénieur commercial retient l'attention. Il y a, de ce côté, tout à faire chez nous, ou presque. On ne peut, non plus, ne pas relever la contradiction entre la nécessité reconnue de l'enseignement de laboratoire et l'enseignement par correspondance préconisé par l'auteur, en faveur chez nous, comme on sait, pour la préparation à nos si nombreux examens de carrière, mais qui ne peut préparer à la vie pratique.

L. ZORETTI,
Professeur à la Faculté des Sciences de Caen,
Directeur de l'Institut technique de Normandie.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Février 1919

M. Jean Effront est élu Correspondant pour la Section d'Economie rurale, en remplacement de M. Leclainche, élu membre de la Section. — M. le Président annonce le décès de M. **Th. Schloesing** père, membre de la Section d'Economie rurale.

1° Sciences mathématiques. — M. **Louis Roy** : *Sur la résistance dynamique de l'acier.* L'auteur a étudié l'opération du matriçage des balles de laiton par un poinçon en acier. A la pression ϖ exercée d'une manière discontinue sur la base A du poinçon correspond une pression interne P qui est, en chaque point, périodique par rapport au temps, de fréquence $a/4l$ (a étant la vitesse du son le long du poinçon et l sa longueur), et qui oscille entre les limites $\pm 2\varpi$. Dans les machines à ogiver où $a/4l = 24.400$, l'auteur a trouvé expérimentalement que ϖ atteint 45 kg. par mm² en fonctionnement normal; il en conclut que les poinçons de ces machines sont capables de résister à des pressions alternatives de fréquence 24.400 et oscillant entre des limites de l'ordre de $\pm$ 90 kg. par mm².

2° Sciences physiques. — M. **Rouch** : *Sur les brises de terre et de mer à Bayonne.* Des observations faites à Bayonne en 1918 il résulte que la brise de terre est particulièrement nette de minuit à 10 heures du matin; de 10 heures à midi, on a une période de transition avec une composante horaire venant de terre très faible; la brise de mer souffle de 13 h. à 19 h.; de 20 h. à minuit, nouvelle période de transition, avec une composante horaire faible venant du large. La marée ne semble pas avoir d'influence sur l'établissement des brises de terre et de mer. Ces brises se font sentir jusqu'à 400 m. de hauteur sensiblement dans la même direction qu'au voisinage du sol. Plus haut, la direction du vent change très nettement; à 1.000 m., l'alternance des deux brises a complètement disparu. L'auteur déduit de ces observations des règles pratiques de manœuvre pour les aérostats. — M. **A. Sanfourche** : *Sur l'oxydation du bioxyde d'azote par l'air sec.* A toutes les températures de — 50° à 500° environ, le bioxyde d'azote est intégralement oxydé par l'air sec avec une très grande rapidité. Le premier stade de l'oxydation amène à l'anhydride azoteux, dont la durée de formation est de l'ordre d'une fraction de seconde. Cette durée ne paraît pas influencée par la température entre les limites précédentes. L'oxydation de l'anhydride azoteux en peroxyde d'azote est régie par la réaction réversible : $2N^2O^3 + O^2 \rightleftarrows 4NO^2$ (ou $2N^2O^4$), dans laquelle le déplacement de l'équilibre a lieu dans le sens de droite à gauche à mesure que la température s'élève de 200° à 600°. — MM. **E. Bourquelot** et **M. Bridel** : *Synthèse biochimique, à l'aide de l'émulsine, du glucoside β de l'alcool naphtylique α.* En faisant réagir l'émulsine sur un mélange de glucose et d'alcool naphtylique α en solution dans l'acétone, les auteurs ont isolé, après 5 ans de repos, le glucoside β de l'alcool naphtylique α, en aiguilles F. 156° — 157°, $[\alpha]_D = -71°,02$ en solution aqueuse. Il est hydrolysé par l'émulsine. — M. **R. Fosse** : *Formation, par oxydation des substances organiques, d'un terme intermédiaire produisant spontanément de l'urée.* Un corps intermédiaire produisant spontanément de l'urée prend naissance par oxydation des matières protéiques et des acides aminés. De même, une matière uréogène précède l'apparition de l'urée dans l'oxydation, en présence de l'ammoniaque, des autres principes carbonés contenus chez les êtres vivants : glycérine, hydrates de carbone, ainsi que leur générateur chez les végétaux, l'aldéhyde formique. Le corps qui engendre ainsi l'urée ne serait autre que l'acide cyanique. — M. **M. Mirande** : *Sur les réactions microchimiques et sur les localisations de l'alcaloïde de l'*Isopyrum thalictroides *L.* L'auteur indique un certain nombre de réactions microchimiques de cet alcaloïde, l'isopyrine, avec : KI iodé, précipité brun ou cristaux bruns dans les cellules; acide picrique, granulations jaunes; $HgCl^2$, précipité blanc; $AuCl^3$, $PtCl^4$, précipités jaunes; etc. Au moyen de ces réactions, l'auteur a reconnu que l'alcaloïde est contenu principalement dans les organes souterrains (rhizomes et racines), et, en moins grande quantité, dans les organes verts aériens.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lacroix** : *Dacites et dacitoïdes, à propos des laves de la Martinique.* L'étude des laves de la Martinique a montré à l'auteur que la limite entre les dacites et les andésites est actuellement fictive, et que nombre de laves regardées comme andésites sont en réalité des types hétéromorphes de dacites. Il propose donc de classer les roches provenant des magmas dacitiques en : 1° forme holocristalline, microgrenue, à quartz exprimé, qui sera une microdiorite ou un micro-gabbro quartzique, suivant la nature de son plagioclase moyen; 2° une forme semi-cristalline, à silice libre partiellement exprimée sous forme de quartz, qui sera une *dacite*, qualifiée d'oligoclasique, d'andésitique ou de labradorique suivant la nature de son feldspath moyen; 3° une forme semi-cristalline, à silice libre entièrement dissimulée, qui sera une dacitoïde oligoclasique, andésitique ou labradorique. — M. **L. Joleaud** : *Sur les migrations à l'époque néogène des* Hipparion, *des Hippotraginés et des Tragélaphinés.* D'après les recherches de l'auteur, c'est par les terres émergées de l'Atlantique central que les Hippotraginés, apparentés à *Palaeoryx* et à *Oryx*, paraissent avoir envahi l'Amérique au Pontien, et non par le détroit de Behring et l'Asie, comme Osborn l'a supposé. Les Tragélaphinés auraient, un peu après les Hippotraginés, suivi le même chemin que les *Hipparion*, c'est-à-dire la voie inverse. La liaison continentale plus ou moins discontinue et intermittente de l'Afrique, de l'Europe et de l'Amérique, qui s'était établie à la fin du Tortonien, semble avoir subsisté jusqu'au début du Pliocène. — M. **J. Bergonié** : *De la reconstitution de muscles isolés ou de groupes musculaires par la faradisation rythmée intensive.* L'auteur recommande chez les blessés de guerre qui ne peuvent encore travailler la faradisation rythmée intensive au moyen d'ondes aiguës induites, à tracé oscillographique pur, de fréquence juste tétanisante (50 à 55 par seconde). Elle lui a donné les résultats suivants : aucune fatigue nerveuse, ni musculaire; augmentation considérable et rapide du volume des muscles ainsi traités; en particulier, réfection des parois abdominales, cicatrices décollées et assouplies, circulation locale considérablement activée, œdèmes résorbés, et indirectement : retour des fonctions motrices et diminution rapide ou disparition des impotences, état général très amélioré. — MM. **E. Debains** et **E. Nicolas** : *Sur les causes de la mort chez les chevaux immunisés avec les bactéries tuées ou les extraits bactériens.* Les auteurs ont immunisé un grand nombre de chevaux dans le but d'obtenir des sérums antimicrobiens ou à la fois antimicrobiens et antitoxiques. Au cours de l'immunisation, ils ont observé des accidents mortels, succédant toujours, sauf une seule fois, à l'introduction de l'antigène par la voie intra-veineuse. De leurs recherches, les auteurs déduisent que les accidents immédiatement mortels sont manifestement dus à l'hypersensibilité aux toxines microbiennes.

Séance du 17 Février 1919

1° Sciences physiques. — MM. **G. Reboul** et **L. Dunoyer** : *Sur une règle de prévision des variations*

barométriques et son coefficient de certitude. M. G. Reboul a antérieurement énoncé (t. XXIX, p. 220) certaines règles qui permettent de prévoir les variations barométriques en faisant intervenir la tendance barométrique (variations pendant les dernières heures) et l'intensité des vents de surface. Les auteurs ont déterminé pendant une année le coefficient de certitude de ces règles, c'est-à-dire le rapport F/N du nombre F de cas favorables au nombre N de cas d'application de la règle. La valeur moyenne du coefficient de certitude a été de 0,70 en 1917, mais sa valeur réelle varie d'un mois à l'autre. Pendant le semestre d'été, il est plus fort pour les hautes pressions que pour les basses pressions; c'est le contraire pour les mois d'hiver. — M. E. **Mathias** : *Esquisse d'une théorie de la pluie. Influence de l'altitude.* D'après l'auteur, l'origine de la pluie est extérieure à la Terre et son flux moyen annuel, par unité de surface de la sphère, doit être considéré comme constant au-dessus d'un département français. Mais, si l'altitude des points de la surface varie, la hauteur de pluie récoltée en deux points différents n'est pas la même, parce que la pluie, dont la quantité à l'origine était égale pour chacun d'eux, a parcouru dans l'air des chemins inégaux, dont la différence est égale à l'altitude relative de l'un des points par rapport à l'autre. La principale cause agissant sur la pluie dans sa chute est la vaporisation provoquée par l'action réchauffante de la Terre sur l'atmosphère, action due surtout à l'échauffement solaire, qui est constant sur un même parallèle géographique. Dans d'assez larges limites, le coefficient d'altitude k de la pluie reste donc constant le long d'un parallèle géographique. — M. **J. Cabannes** : *Sur la diffusion de la lumière par les molécules de l'air.* L'auteur montre les complications que peuvent introduire certaines radiations ultra-violettes dans l'étude de la lumière diffusée par les gaz, en créant dans ceux-ci des particules provoquant une diffusion supplémentaire. Il est donc prudent, pour vérifier expérimentalement la théorie de Lord Rayleigh, de supprimer les radiations de longueur d'onde inférieure à 0,3 μ. L'auteur a pu cependant étudier par la photographie la diffusion des radiations de fréquence élevée par les molécules de l'air, mais en n'éclairant qu'une faible partie de la masse gazeuse contenue dans le vase clos, et cela pendant des temps très courts séparés par d'assez longs intervalles. — M. **P. Braesco** : *Sur la silice amorphe précipitée.* L'auteur a cherché à déterminer la nature de la silice précipitée, dite amorphe, par des mesures de dilatation effectuées sur ce corps aggloméré en baguettes avec une faible proportion de silicate de soude. D'après les résultats, la silice précipitée, déshydratée et chauffée seulement à 600°, se comporte exactement comme la silice vitreuse, dont elle a le faible coefficient de dilatation: elle est donc bien amorphe. Mais dès qu'elle a été calcinée à 1,000° et au delà, elle présente un changement brusque de dilatation entre 220° et 240°, propriété tout à fait caractéristique de la cristobalite. — M. **A. Portevin** : *Influence de divers facteurs sur la vitesse critique de trempe des aciers au carbone.* La vitesse critique de trempe, définie par le temps en secondes nécessaire pour franchir l'intervalle 700°-200°, paraît présenter un minimum vers la teneur eutectique pour les aciers au carbone trempés à partir d'une même température; mais elle est également influencée notablement par la teneur en Mn et elle décroît avec cette dernière. La température minimum de trempe dure est fonction de la vitesse de refroidissement et est d'autant plus basse que cette dernière est plus élevée. — MM. **P. Nicolardot** et **A. Reglade** : *Sur le dosage du zirconium.* Les auteurs montrent que le phosphate d'Am en milieu acide (20% au moins d'acide sulfurique) est un réactif caractéristique du Zr en présence de Fe, Cr et Al, puisque Bi, qui seul précipite dans de telles conditions, lui est très rarement associé. Les auteurs se proposent d'appliquer ce procédé de dosage du Zr à l'analyse des minerais, des alliages et des aciers qui en renferment. — M. M. **Molliard** : *Production d'acide citrique par le* Sterigmatocystis nigra. L'auteur a constaté que le *Sterigmatocystis nigra*, dans certaines conditions (cultures contenant très peu de nitrate d'Am et de sels minéraux), est capable de fabriquer de l'acide citrique aussi bien que de l'acide oxalique; tantôt les deux acides sont concomitants, tantôt un seul apparaît, à l'exclusion de l'autre. Le rendement en acide citrique peut atteindre celui des cultures de *Citromyces*.

2° Sciences naturelles. — M. **G. Délépine** : *Le Calcaire carbonifère dans la région de Lille.* D'après les données fournies par les sondages, les faciès du calcaire carbonifère se succèdent et s'orientent dans la région de Lille comme s'ils tendaient à déborder et à contourner le massif silurien du Brabant par le nord-ouest, dans l'espace compris entre la région de Renaix et le bombement du Boulonnais. Cette allure paraît indiquer que l'axe du massif du Brabant subirait un affaissement à l'ouest de Renaix et qu'il existerait dans l'espace compris entre Halluin et Hazebroucq non seulement un golfe comme l'avait indiqué Gosselet, mais plutôt une large cuvette transversale comme l'avait pensé Marcel Bertrand. — M. **A. Lécaillon** : *Sur la reproduction et le développement des Bivoltins accidentels et de la première génération qui en dérive, chez le Bombyx du mûrier.* Tandis que dans les races univoltines typiques n'existe qu'une seule catégorie d'œufs, il en existe deux catégories chez les Bombyx ayant deux générations dans l'année, différant par la coloration et certaines particularités du développement embryonnaire. On peut appeler les uns *œufs d'hiver* et les autres *œufs d'été*, puisque les uns passent par une période d'hibernation et n'éclosent qu'au printemps, tandis que les autres éclosent pendant l'été, une dizaine de jours après avoir été pondus. Quand les œufs d'été apparaissent dans une race univoltine, les Bivoltins accidentels qui en naissent ne transmettent pas intégralement et immédiatement à tous leurs descendants l'aptitude à produire alternativement des œufs d'été et des œufs d'hiver, mais seulement à un certain nombre d'entre eux; il n'y a donc pas là une mutation au sens de de Vries. — MM. **E. Fauré-Frémiet** et **F. Vlès** : *Les lois de cicatrisation des plaies sont-elles réductibles aux lois générales de croissance des organismes?* D'après les calculs des auteurs, il semble qu'en première approximation les lois de la cicatrisation des plaies puissent être ramenées aux lois plus générales de la croissance des organismes. Quant à l'interprétation des unes et des autres comme réactions monomoléculaires autocatalytiques, la réserve s'impose encore pour le moment.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 Janvier 1919

M. **H. Martel** : *Au sujet de l'épizootie de rage qui sévit dans la région parisienne.* Le foyer de rage parisien a pu être supprimé grâce à une grande persévérance dans l'application des mesures de prophylaxie édictées à Paris depuis 1892 et en banlieue depuis 1903. De 846 en 1901, le nombre de cas de rage dans le département de la Seine est tombé à 3 en 1913, 4 en 1914 et 5 en 1915. Mais, depuis lors, la maladie a repris ses progrès : 62 cas en 1916, 56 en 1917, 411 cas en 1918, jusqu'à sévir aujourd'hui avec une intensité extraordinaire : 55 cas en moins d'un mois, du 1er au 28 janvier 1919. Les causes de l'épizootie actuelle sont de deux ordres : d'une part, les introductions de chiens contaminés provenant de la province et du front, où la rage sévit aussi avec violence; d'autre part, les contaminations sur place, c'est-à-dire opérées sur la voie publique, par suite du grand nombre de chiens errants sans laisse ni muselière, la rage sévissant surtout sur les animaux vagabonds. M. Martel propose à l'Académie d'émettre divers vœux, parmi lesquels le renforcement des services de capture des chiens errants de la Préfecture de Police. — M. **A. Calmette** : *Considérations sur l'état sanitaire de la ville de Lille pendant l'occupation allemande.* La mortalité générale, qui variait avant la

guerre de 19 à 21 pour 1.000 habitants, s'est progressivement élevée : en 1915, à 27,73 ‰; en 1916, à 29,26 ‰; en 1917, à 30,41 ‰; en 1918, à 41,55 ‰. Les causes principales de cet accroissement ont été, en premier lieu, une terrible extension de la tuberculose, puis les maladies organiques du cœur, la dysenterie épidémique et le scorbut, toutes affections provoquées ou aggravées par l'insuffisance alimentaire. Le nombre des naissances a diminué progressivement de 4.885 en 1913 à 609 en 1918; mais la mortalité infantile a été plus faible qu'avant la guerre ; ce fait tient à ce que tous les nouveau-nés ont pu être allaités par leurs mères, et nourris ensuite exclusivement au lait concentré fourni par le Comité de secours américain, puis hispano-hollandais. Un autre effet de la sous-alimentation prolongée a été l'arrêt de croissance subi par presque toute la jeunesse lilloise : les enfants de 14 ans paraissent en avoir 10 et, fait beaucoup plus grave, la très grande majorité des jeunes filles de 18 ans ne sont pas plus développées que des fillettes de 13 ans.

Séance du 4 Février 1919

M. Ch. Achard : *Les séquelles des intoxications par les gaz de combat.* L'auteur a pu examiner avec ses collaborateurs, en 23 mois, 3.525 cas d'accidents consécutifs aux intoxications par les gaz vésicants ou suffocants. Ce sont surtout ces derniers qui exposent aux séquelles les plus fréquentes et les plus sérieuses. L'appareil respiratoire est leur siège de prédilection. Avec les gaz suffocants, on note d'abord un trouble des échanges respiratoires : abaissement brusque de l'exhalation carbonique, qui se relève ensuite graduellement pendant 2 semaines environ; ensuite — fait inattendu — survient un abaissement secondaire qui persiste pendant des semaines et des mois. Enfin, peu à peu, la courbe remonte au niveau normal. Ces variations sont en relation avec l'état histologique du poumon; elles vont de pair avec une gêne tenace de la respiration. Les séquelles respiratoires se manifestent surtout sous deux types cliniques : le type emphysémateux et le type bronchitique ou pseudo-tuberculeux. La tuberculose pulmonaire est moins à craindre chez les gazés qu'on ne le supposait à l'origine; on peut toutefois la voir se développer à titre de complication secondaire, plus ou moins longtemps après l'intoxication. L'auteur signale enfin une série d'autres séquelles : laryngées, oculaires, digestives, cardiaques, nerveuses. — **M. Armaingaud** : *De l'opportunité actuelle d'un appel en faveur de l'éducation et de l'utilisation égale des deux mains.* Le contact de nombreux mutilés privés de leur main droite et obligés à des efforts parfois pénibles pour éduquer leur main gauche à servir aux mêmes usages a ramené l'attention de l'auteur sur la perte de forces et de richesses qui est la conséquence de la mutilation volontaire, de l'invalidité voulue imposée à nos enfants, donc aux adultes, en ne leur apprenant pas à se servir de leur main gauche. Dans beaucoup de professions et de métiers, au service militaire, l'ambidextrie rend les plus grands services. M. Armaingaud propose donc à l'Académie de rédiger un bref appel à la population pour engager les familles, au nom de l'intérêt national, à habituer les enfants, dès le bas âge, à se servir également des deux mains; elle inviterait aussi le Ministre de l'Instruction publique à rendre obligatoire, dans toutes les écoles primaires et les établissements d'instruction secondaire, l'usage des deux mains pour l'écriture et autres exercices.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Février 1919

M. L. Décombe : *La Conservation de l'électricité et la Théorie électronique.* 1. La constitution électrique de la matière étant admise, le Principe de la Conservation de l'électricité doit être envisagé comme établissant un lien étroit entre les transformations extérieures d'une substance et les modifications intérieures, de nature électrique, dont elle est le siège. Il implique alors, au moins dans un cas très étendu, celui des diélectriques, la Conservation du moment électrique de l'atome assimilé à un doublet de moment variable. Plaçons-nous au point de vue plus particulièrement électronique et assimilons l'atome à une sphère d'électrification positive renfermant, par exemple, un électron négatif de charge e. Pour une distance s entre l'électron et le centre de l'atome, le système est assimilable à un doublet de moment $\mu = es$ et l'électron est rappelé vers le centre par la force $-ks$ proportionnelle à la distance. Soumettons alors à une différence de potentiel V les armatures d'un condensateur plan, supposées adhérentes à une lame diélectrique d'épaisseur ε et de surface S, la substance du diélectrique étant formée d'atomes assimilables au modèle précédent. Chaque électron atomique est alors soumis : 1° à une force Xe due au champ extérieur $X = V/E$; 2° à la force élastique de rappel $-ks$; 3° à l'action résultante de tous les autres atomes transformés chacun par le champ total en un doublet de moment $\mu = es$. Cette action est de la forme : $+k'e^2Ns$, N désignant le nombre d'atomes par unité de volume et k' un coefficient positif. Si l'on pose $K = k - k'e^2N$, le mouvement de l'électron atomique a pour équation :

$$(1) \qquad m\frac{d^2s}{dt^2} = -Ks + Xe.$$

Le condensateur étant supposé soumis, en outre, à une pression p et à une température t uniformes, le coefficient K (qui ne dépend que de l'état instantané du diélectrique) doit être considéré comme une fonction uniforme des trois variables indépendantes X, p et t. (Il en est de même des dimensions et, en particulier, de la surface S du condensateur.) Si la transformation est réversible, l'accélération d^2s/dt^2 est constamment nulle et l'équation (1) donne :

$$s = \frac{Xe}{K} \quad \text{et, par suite,} \quad \mu = \frac{Xe^2}{K}.$$

Le moment électrique étant alors, comme on le voit, fonction uniforme des trois variables X, p et t, reprend la même valeur en même temps que ces dernières au cours d'un cycle fermé quelconque : il y a donc *Conservation du moment électrique de l'atome.* Il y a en même temps *Conservation de l'électricité*, la charge instantanée q du condensateur s'exprimant dans les mêmes conditions par la relation

$$q = \frac{S}{4\pi}\left(1 + 4\pi\frac{Ne^2}{K}\right)X.$$

Grâce au caractère linéaire de l'équation (1), ces résultats subsistent encore lorsque, pour tenir compte de l'émission d'énergie rayonnante, on attribue à l'électron atomique un mouvement orbital à l'intérieur de l'atome, le moment de ce dernier étant alors pris égal à es, s désignant la distance instantanée du centre de l'orbite au centre de l'atome. Dans le cas de l'irréversibilité, les conclusions précédentes tombent en défaut, même si l'accélération d^2s/dt^2 est négligeable, les anomalies diélectriques (résidus, hystérèse, chaleur de Siemens) ne permettant plus de considérer l'équation (1) comme exacte. Il y a alors lieu d'attribuer au milieu atomique une certaine viscosité et d'introduire dans cette équation un terme résistant proportionnel à la vitesse de l'électron (1) (terme nécessaire d'ailleurs à l'explication de l'absorption lumineuse). Le moment électrique μ et, par suite, toutes les grandeurs qui en dépendent, sont alors constamment en retard sur le champ[1] et il n'y a plus, en général, conservation du moment électrique de l'atome. — 2. Envisagé au point de vue précédent, le Principe de la Conservation de l'électricité peut permettre d'approfondir la constitution de la matière en utilisant, par exemple, les remarquables résultats par

1. Décombe : Théorie électronique des phénomènes diélectriques résiduels. *Journal de Physique*, mars 1912.

lesquels M. Sacerdote[1] a réussi à exprimer les déformations des diélectriques des condensateurs au moyen des paramètres élastiques proprement dits (coefficient d'allongement longitudinal a et module d'Young ε) et des paramètres électro-élastiques k_1 et k_2 (coefficients de variation de la constante diélectrique par traction perpendiculaire ou parallèle aux lignes de force). Chacune de ces déformations se présente comme la somme de deux déformations partielles, dont la première résulte des forces connues qui s'exercent sur un diélectrique électrisé placé dans un champ électrique, forces mises en évidence par M. Pellat et qui deviennent les pressions électrostatiques pour les portions de surface où le diélectrique est en contact avec les armatures. La deuxième partie de la déformation est attribuable à une modification dans l'état moléculaire de la matière accompagnant la modification de l'éther qui constitue le champ électrique. On conçoit donc toute l'importance qui s'attache à la connaissance et à l'interprétation des coefficients électro-élastiques k_1 et k_2. Toutefois l'analyse de M. Sacerdote se rapporte uniquement au cas où la température du diélectrique demeure constante. Cependant les résultats obtenus subsistent dans le cas général où on la suppose variable. Il suffit pour le voir d'adjoindre aux deux principes de la Conservation de l'énergie et de l'électricité le principe de l'Entropie; il est alors particulièrement simple de faire appel, comme l'a montré M. Leduc dans son Mémoire sur le Principe de Lenz[2], aux propriétés des fonctions de Massieu. On trouve aisément que les formules établies par M. Sacerdote pour le cas de la température constante conservent toute leur valeur. — 3. Pour en tirer parti au point de vue qui nous occupe, il faudrait obtenir pour les forces moléculaires ou atomiques une interprétation électronique. Cette question a été déjà traitée et avec beaucoup d'ampleur par M. Sutherland[3]. Cet auteur assimile l'atome à un doublet électrique et essaie d'interpréter la rigidité et les propriétés des diélectriques en admettant que les forces atomiques se réduisent à l'action mutuelle de tels doublets. Mais, outre certaines difficultés sur lesquelles il est inutile d'insister, cette théorie conduirait, pour l'action mutuelle de deux atomes très éloignés, à une force variant en raison inverse de la quatrième puissance de la distance, alors qu'on doit s'attendre à retrouver l'action newtonnienne de gravitation. Il est donc mieux indiqué de considérer le modèle d'atome formé par un électron en révolution orbitale à l'intérieur d'une sphère d'électrification positive, pour laquelle on retrouve, aux grandes distances, la loi classique de gravitation[4]. Pour les distances moins considérables, le calcul de l'action atomique mutuelle se présente comme particulièrement laborieux. Commencé avant la guerre, il a dû être interrompu depuis bientôt cinq ans; aussi convient-il d'attendre son complet achèvement pour publier, s'il y a lieu, les résultats à première vue encourageants qu'il a permis d'entrevoir dans le double domaine de la gravitation proprement dite et des actions moléculaires et qui pourraient être rapprochés de certaines conclusions récentes de M. Weiss. D'une manière générale, l'action mutuelle de deux atomes paraît se présenter sous la forme

$$\varphi = \frac{A}{d^2} + \frac{B}{d^3} + \frac{C}{d^4} + \cdots,$$

où d représente leur distance réciproque, quelques-uns des coefficients B, C,... pouvant être nuls, circonstance qui peut présenter une grande importance pour l'interprétation de certains phénomènes. Quoi qu'il en soit à cet égard, le Principe de la Conservation de l'électricité, en tant qu'il est susceptible, par des considérations analogues aux précédentes, d'approfondir la constitution de la matière, paraît devoir être considéré comme le Principe fondamental de la Théorie électronique.

1. P. Sacerdote : Recherches théoriques sur les déformations électriques des diélectriques solides isotropes. *Annales de Physique et de Chimie*, t. XX, p. 289; 1900.

2. Leduc : Application du Principe de Lenz aux phénomènes qui accompagnent la charge des condensateurs et aux phénomènes de magnétostriction. *Annales de Physique et de Chimie*, t. XXVII, p. 392; 1912.

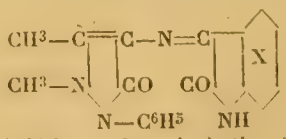
3. Sutherland : *Phil. Mag.*, t. XVII, p. 657; 1909, — t. XIX, p. 1; 1910, — t. XX, p. 249; 1910.

4. L. Décombe : Théorie électronique de la gravitation. *Comptes rendus*, t. CLVI, pp. 940 et 1222; 1913.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 24 Janvier 1919

MM. P. Nicolardot et **Ch. Coffignier** communiquent les résultats de *l'action de la potasse alcoolique sur les résines*. Cette étude, entreprise pour réaliser la séparation des résines de l'huile, dans le résidu de la distillation du vernis gras, montre qu'il n'est pas possible d'établir une méthode analytique fondée sur la saponification de l'huile et l'inertie des résines en présence de la potasse. Au cours de cette étude, des déterminations ont été faites qui permettent d'ajouter un caractère nouveau aux caractéristiques des résines déjà connues. — M. **L. Maillard** décrit une *méthode par voie humide* pour le *dosage de l'arsenic dans les composés volatils de la série du cacodyle*. Elle consiste à introduire la prise d'essai dans un flacon contenant une solution de persulfate d'ammonium acidifiée par H^2SO^4 : la substance volatile est oxydée en acide cacodylique, dans lequel le dosage de l'arsenic se poursuit par les voies habituelles. — M. **André Meyer** a cherché à obtenir *dans la série de l'isatine* un composé analogue à l'acide rubazonique étudié par Knorr dans la série du pyrazol. L'oxydation ménagée de l'amino-oxindol, préparé par réduction de l'isatoxime, fournit, à côté d'une grande quantité d'isatine, une petite quantité d'un composé rouge ayant des propriétés analogues à celles de l'indine de Laurent. Ce corps ne donne pas de cuve avec l'hydrosulfite alcalin. La réduction de l'isatoxime par le zinc en milieu acétique conduit à un sel zincique de composition $C^{16}H^8O^2N^2Zn$, par conséquent un sel zincique d'un isomère de l'indigo, vraisemblablement de l'indine, laquelle est probablement identique à l'iso-indigotine de MM. Wahl et Bagard. La condensation de l'isatine et de ses dérivés substitués avec l'amino-antipyrine donne lieu par contre à la formation d'acides rubazoniques mixtes de la forme :



X désignant les substitutions.

L'amino-oxindol se comporte comme une benzylamine substituée et non comme une amine aromatique, car il n'est pas diazotable. Cette amine fournit avec les aldéhydes aromatiques des produits de condensation colorés.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 6 30 MARS 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

L'itération. — L'Académie des Sciences avait mis au concours, pour 1918, l'étude de l'itération ; elle vient de faire connaître les résultats de ce concours.

On sait que l'itération consiste à répéter un nombre quelconque de fois de suite une opération donnée. Ainsi, soit $z_1 = f(z)$ une fonction donnée de la variable complexe z. Les quantités z et z_1 étant, à la manière ordinaire, représentées par des points du plan ou de la sphère, on considère les points transformés successifs $z_2 = f(z_1)$; $z_3 = f(z_2)$ et ainsi de suite.

Que deviennent ces transformés ou, suivant la locution de Poincaré, ces « conséquents » d'un même point initial lorsque le nombre des opérations augmente indéfiniment?

En général, ils tendent vers un point déterminé, solution de l'équation $f(z) = z_1$, qui est dit « point d'attraction ». Mais toutes les solutions de l'équation en question ne sont pas point d'attraction : il en existe en particulier qui sont « points de répulsion », c'est-à-dire dont la suite des conséquents tend à s'éloigner à mesure que l'indice s'élève.

Il peut aussi arriver que les points z_n tendent vers un « cycle limite » de p points, c'est-à-dire se partagent en p séries (suivant les restes donnés par les valeurs correspondantes de n lorsqu'on les divise par le nombre fixe p) tendant respectivement vers p points différents.

Au voisinage d'un point d'attraction ou d'un cycle, les propriétés des itérés successifs ont fait l'objet des travaux, restés classiques, de M. Koenigs, qui ont servi de point de départ à toutes les recherches suivantes.

D'autre part, Poincaré a rencontré cette question dans ses immortels mémoires *sur les courbes définies par les équations différentielles*, et il a mis en lumière l'analogie remarquable qui existe entre ce dernier sujet et le précédent. Les courbes définies par les équations différentielles admettent aussi, dans beaucoup de cas, des points d'attraction ou de répulsion : c'est ainsi que les lignes de plus grande pente d'une surface topographique partent en général des sommets (points de répulsion) pour aboutir aux fonds (points d'attraction). Les deux figures formées par la ligne de pente aboutissant à un fond A, d'une part, ou par les points z tendant vers un point d'attraction a, de l'autre, se comportent d'une manière absolument identique, à la différence près qui sépare une ligne continue d'un système discret de points. Dans l'un et l'autre cas encore, toutes les lignes de pente n'aboutissent pas au même fond A, ni tous les systèmes de points itérés au même point a; par contre, on est assuré d'arriver à un point final déterminé A ou a si la position de départ a été choisie dans un domaine suffisamment petit entourant ce point[1].

Mais l'analogie cesse complètement si l'on ne veut plus se borner à ce domaine local et si, prenant la position de départ de plus en plus éloignée du point d'attraction, on cherche à déterminer d'une manière précise à partir de quel moment celui-ci cessera de jouer son rôle pour être remplacé par un autre.

Lorsqu'il s'agit d'une équation différentielle, — des lignes de pente, pour nous en tenir toujours au même exemple, — les domaines qui envoient leurs lignes de pente respectivement à différents fonds (les « bassins », dans le langage géographique) sont séparés les uns des autres par des arcs de courbe appelés lignes de faîte. Si leur détermination complète est souvent malaisée, au moins sait-on que ces lignes de faîte ne sont rien autre que des lignes de pente spéciales (passant par les points particuliers appelés *cols*).

Comment les choses se passent-elles à cet égard dans le cas de l'itération? Comment sont délimitées les plages où doit se trouver le point initial z pour que ses conséquents successifs aient pour limite un point d'attraction donné a? Tel était l'objet de la question qu'avait posée l'Académie.

Les réponses qui lui ont été données manifestent la

1. La notion de cycle limite se retrouve également dans les équations différentielles, lorsqu'on quitte le cas des lignes de plus grande pente pour passer au cas général; et l'une des conclusions fondamentales de Poincaré est précisément que l'exemple des lignes de pente doit être, à cet égard, considéré comme exceptionnel.

profonde différence du problème, sans rapport aucun avec ce que nous offrait l'examen des lignes de faîte.

C'est ce qui pouvait déjà se conclure des travaux publiés (1906) par M. Fatou. Ce géomètre avait mis en évidence des cas étendus où les contours des régions cherchées ne sont plus formés par des courbes (telles que l'étaient les lignes de faîte), auxquelles les modes d'expression du Calcul infinitésimal classique — comme le développement en série de Taylor — puissent s'appliquer, et où la théorie des ensembles s'introduisait nécessairement. Nous savons maintenant que ces lignes sont de celles dont la science moderne seule a pu découvrir l'existence et à l'étude desquelles s'attache le nom de M. Jordan, lignes que notre logique nous impose sans que notre imagination arrive à les concevoir pleinement.

De telles monstruosités, si j'ose m'exprimer ainsi, ont été d'abord construites d'une manière artificielle par Riemann et Weierstrass. Mais, une première fois, la science avait été obligée de les rencontrer sans les chercher, dans une étude liée aux principaux problèmes de l'intégration des équations différentielles et où rien ne faisait prévoir leur intervention. C'est avec les travaux de Poincaré sur les fonctions Kleinéennes qu'elles avaient ainsi forcé les portes de notre Géométrie.

La question actuelle offre un second exemple dans lequel leur intervention est inéluctable et constitue même, cette fois, un phénomène d'une haute généralité.

Deux chercheurs, M. Julia, que ses glorieuses blessures de guerre n'avaient pas empêché de remporter précédemment une première récompense académique, et M. Lattès, malheureusement enlevé avant l'âge, alors qu'il venait à peine de déposer son travail, ont répondu avec succès à l'appel de l'Académie, pendant que, d'autre part, M. Fatou, reprenant et développant ses précédentes recherches, obtenait, de son côté, des résultats équivalents.

Les géomètres que nous venons de nommer sont arrivés à décrire souvent avec une assez grande précision les phénomènes qui se présentent, en même temps qu'ils en constatent l'extrême complication.

Tout d'abord, — et ceci se conçoit si l'on réfléchit au caractère de discontinuité, aux déplacements par bonds qui distinguent la question actuelle de celle des équations différentielles, — le domaine D où doit se trouver z pour que ses conséquents successifs tendent vers le point d'attraction donné a ne se compose pas du tout nécessairement, ni même généralement, d'une seule région comprenant a à son intérieur, de sorte qu'il y a lieu de distinguer entre le domaine (domaine restreint ou « immédiat ») D_0, région d'une seule pièce autour du point a, et le domaine « total » D, qui se compose en général d'une infinité de morceaux. Dans tel cas qui a pu être étudié à fond [1], le domaine d'un premier point d'attraction a, tout en étant d'une seule pièce et ayant son contour d'une seule pièce, s'infiltre en quelque sorte d'une manière infiniment compliquée entre les morceaux en nombre infini dont se compose le domaine total d'un second point d'attraction. Dans d'autres exemples tout aussi simples, le domaine de a est encore d'une seule pièce, mais il est percé d'une infinité de trous faisant partie des domaines de tels ou tels autres points d'attraction.

Mais, comme nous l'avons dit plus haut, c'est surtout dans la forme des lignes frontières de ces différents domaines que se manifestent des circonstances toutes différentes de celles qui se présentent dans l'Analyse classique et de celles qu'offrait la théorie des équations différentielles. Non seulement la ligne frontière d'un domaine d'une seule pièce tel que D_0 est en général une courbe non analytique, mais les recherches des géomètres cités plus haut établissent qu'elle n'a généralement de tangente en aucun de ses points.

1. Tous les exemples auxquels nous faisons allusion portent sur des substitutions extrêmement simples : $2z_1 = \frac{z + z^3}{2}$, $z_1 = z + z^3$; etc.

Dans d'autres exemples (Julia), la ligne frontière du domaine total peut être conçue comme tracée d'un seul trait, mais, contrairement aux courbes de Jordan proprement dites, elle a une infinité de points doubles. Prenant contact avec elle-même un nombre infini de fois, elle délimite à elle seule un nombre infini de mailles, lesquelles appartiennent aux domaines d'autres points d'attraction. (A noter cependant que le nombre total des points d'attraction, ou même des cycles limites, — contrairement à ce qu'on pourrait penser au premier abord — est fini.)

L'extraordinaire complication de ces figures apparaîtra peut-être encore mieux si, avec M. Julia, l'on porte son attention sur les points de répulsion, plus importants à certains égards que les points d'attraction, et si l'on réfléchit que, partant du voisinage de l'un d'eux, la suite des itérations successives conduit au voisinage de n'importe quel point du plan, à une ou au plus deux positions exceptionnelles près. On voit quelle intrication cela suppose si, comme il arrive en général, il y a plus d'un point de répulsion.

Des cas spéciaux peuvent d'ailleurs se produire. C'est ainsi que le domaine d'un point d'attraction peut être constitué par tout le plan, à l'exception d'un segment de ligne (par exemple de droite) auquel se réduit alors la frontière. Dans d'autres cas, au contraire, le rôle de celle-ci est joué par tout le plan, et il n'y a plus de point d'attraction. Il peut aussi arriver que, dans une certaine région, les conséquents successifs, ou plutôt une partie convenablement choisie d'entre eux, tende, non vers un point d'attraction fixe, mais vers une position limite fonction (analytique) de z. Ce cas est celui de $z_1 = z e^{\theta}$, où l'angle constant θ est incommensurable avec π.

Mais, en général, c'est bien aux courbes de Jordan et à la théorie des ensembles que la question présente nous conduit. Peut-être, dans un avenir prochain, le nombre est-il destiné à augmenter encore des cas où elles apparaîtront comme un élément nécessaire de toute spéculation mathématique importante, et n'avons-nous manqué de les rencontrer jusqu'ici que parce que nous ne savions pas les apercevoir.

Le fait d'y être parvenu cette fois et d'avoir mené à bien des discussions que les résultats montrent si compliquées est un honneur pour nos chercheurs, et, surtout si on a égard à la crise au milieu de laquelle leur tâche a été accomplie, pour la science française.

§ 2. — Astronomie

Nouvelles observations sur le rayon vert : le rayon vert artificiel. — Dans le numéro de février 1919 de *The Observatory*, le Capitaine Gago Coutinho, de la Marine portugaise, publie de très intéressantes observations sur le célèbre *rayon vert*, dont l'existence réelle n'est pas encore admise par certains savants, qui le considèrent comme une simple illusion d'optique.

Le Capitaine Coutinho l'a observé maintes fois en mer dans les conditions exactes décrites par Jules Verne, c'est-à-dire lorsque le Soleil disparaît derrière un horizon marin absolument sans nuages. Ce phénomène est d'ailleurs beaucoup affecté par les oscillations du navire, et il est bien plus net et durable pendant le temps où le navire se relève. Mais il n'est pas particulier à l'horizon marin, car M. Coutinho l'a constaté une fois aux environs de Ténériffe sur un horizon terrestre, au moment du lever du Soleil.

Toutefois, c'est surtout dans sa dernière campagne géodésique sur les côtes du Mozambique que le Capitaine Coutinho a observé le rayon vert dans des circonstances tout à fait nouvelles, qui ne lui semblent laisser aucun doute sur la réalité de ce phénomène.

Etabli à 8 km. au sud du port de Bartolomeu Dias, sur une petite dune de sable de 16 m. de hauteur, il échangeait des signaux héliographiques avec le Lieutenant Carvalho, stationné à une cinquantaine de kilomètres sur la plus haute dune du nord de l'île de Bazaruto, à 95 m. d'altitude. La lumière du soleil, réfléchie

par l'héliographe de Bazaruto, lui parvenait en effleurant la surface de la mer. Il eut l'idée de descendre la pente de la dune pour voir jusqu'à quelle hauteur les signaux étaient encore observables, et il trouva bientôt le point précis où la lumière disparaissait sous l'horizon. Alors, à sa grande surprise, peu avant de s'effacer, la lumière devenait verte, d'un vert émeraude pâle, absolument identique à la couleur du rayon vert observé par lui sur mer. Le phénomène était absolument net et permanent sur un espace de 20 cm. environ en hauteur, à tel point qu'en se baissant progressivement on pouvait apercevoir successivement la lumière jaune de l'héliographe, la lumière verte et la disparition de la lumière. Toutes les personnes présentes firent la même constatation.

Mais ce n'est pas tout. Au même endroit, pendant la nuit, alors que les mêmes observateurs échangeaient des signaux entre leurs stations avec des projecteurs à acétylène Mangin du type Peaucellier, le Capitaine Coutinho observa le même phénomène au point où le signal lumineux de Bazaruto était près de disparaître : il devenait alors vert, de la même teinte que pendant le jour, bien que la lumière du projecteur fût plus orangée que celle de l'héliographe.

L'auteur appelle *rayon vert artificiel* ce phénomène, qu'il est possible de réaliser d'une façon durable soit de jour, soit de nuit.

De l'ensemble de ces observations, le Capitaine Coutinho conclut que le rayon vert du coucher du Soleil est bien un phénomène réel, et qu'il doit être d'autant plus facile à observer que le mouvement du Soleil en altitude est plus lent; c'est le cas sous les hautes latitudes en hiver. D'autre part, il doit être possible d'observer souvent le rayon vert artificiel avec la lumière des phares, à la limite de leur portée, soit sur mer, soit sur terre.

§ 3. — Physique

Emploi du violet méthyle pour sensibiliser les plaques photographiques dans le rouge. — M. Usaboro Yoshida[1] signale qu'il est possible de rendre les plaques photographiques sensibles au rouge par immersion dans un bain de violet méthyle.

Dans 50 cm³ d'alcool éthylique on verse un volume d'eau égal et on ajoute au mélange 5 cm³ d'ammoniaque. Cette solution est refroidie dans la glace. On dissout ensuite 1 gr. de violet méthyle dans un litre d'alcool absolu et on verse 5 cm³ de cette solution dans la précédente; on agite, on refroidit dans la glace et on plonge la plaque à sensibiliser dans ce bain pendant cinq minutes. On rince à l'alcool et on sèche.

Le maximum de sensibilité a lieu vers 0,640 μ. Pour les plaques panchromatiques immergées dans cette solution, il y a un déplacement du maximum de sensibilité de $\lambda = 0{,}560\,\mu$ vers $\lambda = 0{,}640\,\mu$. Bien qu'elles perdent un peu de leur sensibilité dans le jaune et le vert, elles peuvent néanmoins être employées comme plaques rapides pour toutes les longueurs d'onde, sauf le rouge extrême.

A propos d'une trompe à mercure à remontage automatique. — Nous avons reçu de M. L. Maquenne la lettre suivante :

« Je lis dans la *Revue*, en date du 30 novembre dernier, la description d'une trompe à mercure à remontage automatique, que l'auteur présente comme une nouveauté. C'est pourtant une disposition bien connue, qui est employée dans tous les laboratoires qui font usage de la trompe à mercure, depuis plus de 25 ans, et qui est désignée couramment sous le nom de « remontage automatique Verneuil »; c'est en effet A. Verneuil qui l'a imaginée et décrite, d'ailleurs sous une forme plus simple et plus commode que celle adoptée par M. Mathieu, au *Bulletin de la Société chimique* en 1891.

« Je profite de l'occasion, bien que la trompe à mercure soit aujourd'hui un instrument quelque peu démodé, pour rappeler que moi-même j'ai construit il y a 20 ans, pour les besoins de mes recherches sur l'hygrométricité des graines, une trompe à deux chutes accouplées et munie du remontage automatique qui permet de faire le vide sec à moins de 1 millième de millimètre dans un vase contenant de l'air humide, voire même quelques gouttelettes d'eau, sans desséchant d'aucune sorte. Cet appareil, monté sur un support vertical de 2 mètres de hauteur sur 0 m. 40 de largeur, est entièrement en verre, sans raccords, ni joints, ni robinets, qui exposent toujours à des fuites; il n'a jamais été décrit en détail, mais seulement signalé dans une note insérée aux *Comptes rendus* de 1899; quelques-uns de mes collègues, entre autres M. le Professeur Leduc, de la Faculté des Sciences de Paris, ont pu le voir fonctionner régulièrement pendant plusieurs mois dans mon laboratoire, sans aucune surveillance ».

L. Maquenne,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum.

§ 4. — Chimie biologique

Recherches sur les peroxydases. — MM. R. Willstaetter et A. Stoll viennent de faire connaître les premiers résultats d'une série de recherches qu'ils ont entreprises sur la constitution des peroxydases[1].

Ces auteurs s'étaient posé les questions suivantes : 1° L'activité enzymatique est-elle le fait d'un composé pur, ou bien l'enzyme est-elle un système de substances agissant en coopération? 2° Un métal constitue-t-il une partie intégrante de l'enzyme? 3° Quels sont les groupements atomiques associés à l'activité enzymatique?

Comme enzyme, les auteurs se sont adressés à la peroxydase du raifort, et ils ont élaboré d'abord une méthode permettant d'isoler des préparations très concentrées de cette dernière. Voici cette méthode, qui pourra servir de modèle pour l'isolement d'autres enzymes :

1° Les racines sont débitées en tranches minces qui sont plongées pendant quelques jours dans l'eau courante pour l'élimination par dialyse des produits les plus simples. 2° On fait ensuite digérer les tranches lavées dans une solution d'acide oxalique. L'influence régulatrice du protoplasma vivant est ainsi abolie, la peroxydase se précipite, en partie absorbée par la protéine coagulée, et la dialyse continue en fournissant des quantités importantes d'essence de moutarde (sulfocyanure d'allyle). La dialyse est si intense que les tranches séchées perdent plus de 25 % de leur poids et la moitié de leurs substances minérales. 3° La matière est alors broyée, lavée avec de l'eau contenant de l'acide oxalique et pressée jusqu'à extraction complète de ses sucs. Le résidu est trituré intimement avec de l'eau de baryte, en quantité à peu près suffisante pour neutraliser son acidité, puis pressé de nouveau, et traité avec une nouvelle quantité de baryte pour libérer l'enzyme. L'enzyme est finalement précipitée par l'alcool. 4° On constate que le précipité est constitué par un mélange de l'enzyme avec un glucoside azoté, lequel peut être précipité à l'état de composé avec le chlorure mercurique.

Pour contrôler les opérations précédentes, MM. Willstaetter et Stoll ont établi une méthode de détermination de la peroxydase. Elle dépend en principe de la production de purpurogalline au moyen du pyrogallol et de H^2O^2. Ils ont ainsi reconnu que la peroxydase est altérée non seulement par une trop grande concentration en ions H, mais aussi par H^2O^2 trop concentré, et qu'il faut prendre grand soin, en élaborant une

1. *Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial University*, t. III, p. 69; 1918.

1. *Liebigs Annalen*, t. CDXV, p. 21-64; 1918.

méthode analytique, de choisir des conditions dans lesquelles l'enzyme ne soit pas détériorée.

L'étude préliminaire de l'enzyme la plus pure qu'il ait été possible de préparer et du glucoside qui l'accompagne a donné les résultats suivants :

L'enzyme elle-même paraît consister principalement en un glucoside azoté, contenant un pentose et une quantité équimoléculaire d'un autre sucre, probablement un hexose. Elle ne paraît pas très complexe, et si elle ne contient que les résidus de 2 molécules de sucre, son poids moléculaire serait d'environ 500 et le nombre des atomes d'azote de 3. Elle renferme également environ 5,5 °/o de cendres, consistant en alcalino-terreux et fer. La quantité de ce dernier est très faible (0,46 °/o dans la meilleure préparation), mais elle s'élève par purification de l'enzyme. Les auteurs ne croient pourtant pas que le fer joue un rôle stoechiométrique dans la production de la purpurogalline.

Le glucoside compagnon de l'enzyme est un composé à poids moléculaire élevé. Ses vapeurs donnent la réaction du pyrrol, et il fournit lui-même les réactions de Millon et xanthoprotéique. Il contient environ 50 °/o de résidus de pentose et un hexose, et la proportion de l'azote est d'environ 3 atomes pour 2 molécules de pentose.

Il faut espérer que ces premiers résultats, qui jettent un jour nouveau sur la constitution des enzymes, seront confirmés et complétés par la suite des recherches de MM. Willsttaeter et Stoll.

§ 5. — Physique du Globe

L'influence du vent sur la distribution des glaciers. — Au cours de ses recherches dans la région de hautes montagnes du nord de la Scandinavie, M. Fred. Enquist[1] a été frappé par l'orientation prononcée des glaciers ainsi que des champs de neige pérennes. Ceux-ci se rassemblent d'une façon extraordinairement marquée sur le versant oriental des montagnes. Cette distribution des glaciers et de la couverture de neige des montagnes en été est un des traits les plus caractéristiques de la physionomie de cette région élevée.

Si l'on représente sur une carte l'orientation des glaciers au moyen de flèches, on constate qu'elle est en rapports étroits avec les roses des vents, ce qui démontre immédiatement l'influence des vents prépondérants, en particulier des vents d'hiver, sur l'orientation des glaciers et des chutes de neige.

M. Enquist s'est livré à une étude très détaillée de ces deux phénomènes, en particulier dans le nord de la Scandinavie, et il est arrivé à formuler la règle suivante, qui lui paraît d'une application tout à fait générale :

Les glaciers et les champs de neige pérennes se forment principalement sur le côté des montagnes qui est sous la direction des vents régnants amenant la neige.

D'après M. Enquist, cette relation régulière entre l'orientation des glaciers et la direction du vent peut être appliquée très avantageusement aux recherches climatologiques. Par des observations sur la distribution variable des glaciers, on peut trouver la direction des vents d'hiver prédominant dans la région. La détermination du côté d'une montagne ou d'une chaîne de montagnes qui offre le plus fort glaciarisme ne présente que peu de difficultés au cours d'un voyage d'été, et si l'on possède des cartes topographiques qui indiquent correctement la répartition des glaciers il suffit d'un coup d'œil pour trouver la direction du vent prédominant. Ce fait est très important, car, dans beaucoup de régions de hautes montagnes, les observations directes du vent manquent, et celles-ci ne pourront être prises, surtout en hiver, qu'avec d'énormes difficultés, dans des régions comme les Andes de l'Amérique du Sud, le centre de l'Asie ou les régions polaires.

Naturellement, les conclusions que l'on peut tirer de telles déductions devront être contrôlées, autant que possible, par des observations directes du vent. Mais il y a lieu de remarquer que ces observations, surtout quand elles sont faites dans des stations de vallées, n'indiquent le plus souvent que des vents tout à fait locaux, causés par la topographie des environs, et qui peuvent différer notablement des vents libres des sommets. Et dans les régions, comme les tropiques, où des systèmes de vents différents soufflent à des hauteurs diverses au-dessus de la mer, il faut prendre garde que ceux-ci se déplacent beaucoup horizontalement et verticalement au cours des saisons, en sorte que les observations du vent prises, par exemple, au cours d'un voyage en saison favorable ne valent nullement pour la saison où la neige s'accumule sur les hautes montagnes.

Mais il est un domaine où les résultats de la Géographie physique ont été souvent transportés très heureusement et où cette méthode de détermination de la direction des vents peut devenir très importante : c'est dans l'étude de l'époque glaciaire. Par l'examen des traces qu'ont laissées les glaciers de ce temps, et avant tout de l'orientation des moraines et des niches glaciaires, on peut relever directement les vents qui régnaient alors sur les diverses parties de la Terre. Par comparaison avec les conditions actuelles, on tirera ensuite des conclusions certaines sur le climat de l'époque glaciaire. Et l'on possède ici un avantage précieux : c'est qu'à cette époque il existait des glaciers dans de nombreuses régions où ils ne s'étendent plus aujourd'hui, ce qui nous donne un réseau d'observations à la fois plus serré et plus étendu que pour la période actuelle.

Ce travail, M. Enquist l'a accompli, et il est arrivé aux conclusions suivantes, en ce qui concerne la répartition des pressions à l'époque du maximum de la glaciation :

Sur les grands champs de glace de l'hémisphère nord régnait une haute pression prononcée, causée par l'influence refroidissante des glaces sur la couche d'air qui les surmontait. La région de basses pressions qu'on observe aujourd'hui sur le nord de l'Atlantique — le minimum de l'Islande — n'existait donc pas alors. A la place de celui-ci un domaine de basses pressions accusées se formait sur la partie méridionale de l'Atlantique nord, là où règne aujourd'hui le maximum des Açores. Sa limite septentrionale se trouvait à peu près à la limite méridionale du minimum actuel d'Islande. Ce minimum paraît s'être étendu à l'ouest sur une partie de l'Amérique du Nord. Le maximum actuel des Açores — probablement atténué — était déplacé vers le Sud, sur le tropique.

Le minimum qui se tient actuellement pendant l'hiver sur la partie septentrionale de l'océan Pacifique était beaucoup plus prononcé. Il s'étendait — à l'inverse de l'actuel — sur la partie des Montagnes rocheuses située au sud de l'inlandsis nord-américain, où il rencontrait le minimum de l'Atlantique. Au sud de ce minimum, il se formait sans doute un maximum.

Comme une haute pression régnait durant toute l'année sur les inlandsis, les deux minima précédents, qui compensaient les régions de maxima du nord, devaient rester formés toute l'année aussi. Les uns et les autres étaient également accusés, surtout pendant l'hiver, par analogie avec les conditions actuelles. A cause des gradients élevés de ces maxima et minima de l'époque glaciaire, les vents dans les régions limites qui les séparaient devaient prendre un caractère de tempête, qui a dû influer puissamment sur le phénomène d'orientation des neiges.

Pour les autres parties de la Terre, il n'y a aucune raison de supposer une modification notable de la répartition actuelle des pressions, car il ne paraît pas y avoir existé de modifications géographiques de l'importance de la formation de la calotte glaciaire de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Aussi les glaciers de l'époque glaciaire, pour autant qu'ils sont connus, y accusent les mêmes directions du vent que les glaciers actuels.

1. *Bull. of the Geolog. Instit. of the Univ. of Upsala*, t. XIV, p. 1-108, 4 pl.

LE ROLE DU GOUVERNEMENT BRITANNIQUE DANS L'ORGANISATION DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Dès la fin de la première année de la guerre, l'attention du Gouvernement britannique fut fortement attirée sur la nécessité de collaborer, par une intervention directe de l'Etat, à l'encouragement et à l'organisation de la recherche scientifique, et cela non seulement dans le but de gagner la victoire, mais de faire face aux problèmes, plus difficiles peut-être encore à résoudre, de l'après-guerre.

De prime abord, l'intrusion de l'Etat dans ce domaine pouvait prêter à quelques objections. La vraie recherche, qui est une création de connaissances nouvelles, a besoin d'une grande liberté. Dans un certain sens, le savant qui cherche est une sorte d'anarchiste : il ne peut reconnaître d'autre autorité que les lois, d'ailleurs sévères, de sa propre science et de sa méthode de travail personnelle ; mais comment tolérer une action extérieure, qui le placerait dans des sortes d'œillères et l'obligerait à travailler sous la direction d'hommes qui ne peuvent voir les questions par les mêmes yeux que lui ?

Le problème qui se posait était donc de savoir s'il est possible pour l'Etat d'agir en stimulant la recherche sans interférer avec elle, et secondairement si, dans l'application des résultats de la recherche aux questions que l'Etat désire voir résoudre dans tel ou tel domaine, il peut contribuer efficacement à l'organisation des moyens d'attaque de ces problèmes. En d'autres termes est-il possible pour l'Etat, d'une part d'*encourager* la recherche pure, d'autre part d'*organiser* la recherche appliquée ?

Le Gouvernement britannique a répondu oui à ces deux questions, et il nous semble intéressant de donner ici quelques indications générales sur les solutions qu'il a mises en œuvre depuis bientôt quatre ans[1].

***

En Grande-Bretagne, la façon traditionnelle de traiter un problème comme celui qui précède est de nommer une Commission royale composée de personnes qualifiées pour l'étudier et recommander les mesures à prendre. Par un ordre en Conseil privé du 28 juillet 1915, le Gouvernement a donc créé le « Conseil consultatif pour la Recherche scientifique et industrielle », composé de hautes personnalités de la science et de l'industrie. Ce Conseil est permanent, et il doit agir comme conseiller d'un Ministre responsable, lequel est, en l'occurrence, le Lord président du Conseil privé, parce qu'il est à la fois indépendant des autres ministères d'Etat et en relations avec tout l'Empire britannique.

D'autre part, le Gouvernement a demandé au Parlement le vote annuel d'un crédit destiné à l'encouragement et à l'organisation de la recherche scientifique et industrielle. Toutes les propositions d'emploi de ces crédits doivent être soumises au Conseil consultatif permanent, et ce Conseil possède lui-même le droit d'initiative en matière de dépenses. L'ensemble de cette organisation constitue le Département des recherches.

Le Conseil consultatif commença par recommander au Ministre de venir en aide à un certain nombre de recherches conduites par des sociétés scientifiques et professionnelles, puis d'accorder des subventions au Laboratoire national de Physique pour des études urgentes sur la fabrication du verre d'optique et au Comité de l'Ecole de Poterie de Stoke-on-Trent pour des recherches sur la fabrication de la porcelaine dure au moyen de matières premières indigènes. Entre temps le Conseil, après avoir consulté les professeurs des Universités et des Ecoles techniques, les leaders des principales industries et les représentants des départements ministériels, avait élaboré un programme d'action systématique, qui fut adopté non seulement par le Ministre responsable et le Gouvernement, mais par les Dominions et plusieurs pays alliés. Ce programme se divise en trois parties principales que nous allons examiner : 1° l'encouragement aux chercheurs ; 2° l'organisation de la recherche dans les industries ; 3° l'organisation de la recherche nationale.

***

Le Conseil consultatif se rendit compte dès le commencement que le nombre de chercheurs exercés dans le pays n'était pas en rapport avec les besoins et qu'il le deviendrait de moins en moins à mesure que se développeraient les plans d'extension des recherches. Il ne pouvait assurer directement une plus grande fréquentation

1. Pour plus de détails, voir Sir F. Heath : The Government and the organisation of scientific research. *J. of the R. Soc. of Arts*, t. LXVII, p. 206 ; 21 février 1919.

des universités et collèges, ni assister des étudiants ou étudiantes au cours de leurs études; mais il décida d'aider ceux qui avaient acquis assez de connaissances pour commencer des recherches ou qui avaient montré des capacités pour les investigations originales. Il a consacré à cet effet des sommes qui ont atteint 87.500 francs en 1916-17, 187.500 francs en 1917-18 et 250.000 francs en 1918-19, et qui, par suite de la démobilisation, seront portées à 750.000 francs pour l'année académique 1919-20.

Le principe qui préside à l'attribution des subventions, d'ailleurs variables suivant chaque cas individuel, est le suivant : Les subventions sont accordées, par un Comité spécial du Conseil consultatif, sur la responsabilité personnelle du directeur du département de l'Institution où travaille le chercheur, ou, si celui-ci est un chercheur privé, sur la responsabilité personnelle d'un savant connu qui se porte garant pour lui. Cette délégation de responsabilité a donné des résultats infiniment meilleurs que la recommandation collective d'un corps académique ou universitaire.

Les subventions accordées sont de quatre espèces : 1° à des étudiants, pour leur permettre de s'exercer et de se perfectionner dans les méthodes de recherches; ce sont des subventions d'un an, renouvelables au besoin pour une seconde année ; 2° à des chercheurs indépendants, consacrant tout leur temps à des recherches de science pure ou appliquée; ce sont également des subventions annuelles, mais pouvant être renouvelées jusqu'à 4 fois; 3° à des professeurs engagés dans des recherches, pour leur permettre de s'adjoindre un assistant qualifié pour les aider dans leurs recherches, mais non dans leur enseignement; 4° à un travailleur étudiant une branche nouvelle de la science, pour lui permettre de donner des conférences sur la recherche dans une université, en attendant que celle-ci ait trouvé ailleurs les ressources nécessaires.

Le Conseil consultatif travaille dans ce domaine en parfait accord avec la Société Royale de Londres, qui administre de son côté un fonds spécial du Gouvernement pour venir en aide aux chercheurs.

***

La seconde branche du programme du Conseil consultatif était l'encouragement à la recherche dans les industries.

Une enquête préliminaire a montré que le peu d'emploi des méthodes scientifiques dans l'industrie anglaise tient moins à l'ignorance ou à l'indolence des industriels qu'à l'importance relativement faible de la majorité des usines anglaises, au manque de chercheurs qualifiés et même de travailleurs scientifiques pour les besognes courantes et au manque d'entente entre les universités et les industries.

Le Conseil consultatif arriva à la conclusion qu'un progrès notable ne pouvait être réalisé que par les industries elles-mêmes, par une coopération des entreprises se rattachant à une même industrie, et que le Gouvernement devait se borner à encourager cette coopération, en laissant la responsabilité immédiate aux premiers intéressés, soit les manufacturiers eux-mêmes.

Il a donc recommandé la formation d'associations coopératives de recherche, sous forme de compagnies à responsabilité limitée, travaillant sans bénéfice et avec une garantie nominale de leurs membres à la place d'actions. Le Département des Recherches peut leur venir en aide par des subventions, pour une période de 5 années, dont le montant ne dépasse pas le total des souscriptions des membres. L'association a le contrôle complet de son revenu, y compris les subventions du Gouvernement, et les résultats des recherches sont sa propriété absolue. Le Conseil consultatif recommande l'admission, dans le Comité directeur de l'association, d'hommes de science à côté des capitalistes, et si possible de représentants du travail qualifié; la direction de la recherche doit aussi être confiée à un technicien responsable, pour assurer l'unité de direction.

Deux autres points importants ont été prévus. Les associations doivent être limitées, dans chaque cas, aux entreprises d'une industrie ou d'un groupe d'industries en connexion étroite dont les intérêts sont assez homogènes pour les pousser à mettre leurs ressources en commun en vue de la recherche. D'autre part, il ne doit y avoir qu'une association de chaque espèce pour tout le Royaume-Uni et non une série d'associations locales.

Sur ces bases, quatre associations de recherches fonctionnent déjà depuis un certain temps, quinze viennent d'être créées et onze autres sont en cours de formation.

***

Le dernier point du programme du Conseil consultatif était l'organisation de la recherche nationale. En un certain sens, les travaux précédents ont déjà un caractère national, mais le Conseil a jugé préférable de les déléguer à d'autres autorités. Il reste, par contre, un ensemble

de travaux qui incombent plus particulièrement au Gouvernement, et ce sont eux qui constituent à proprement parler la « recherche nationale ». Ces travaux peuvent se diviser en trois parties.

1° D'abord le Département des Recherches agit comme une chambre centrale de communication d'informations pour tous les chercheurs et organisations de recherches. Tous exécutent des travaux confidentiels d'un grand intérêt pour les uns et les autres et il importe qu'ils puissent s'en communiquer, dans certaines conditions, les résultats, afin de faciliter à chacun son propre travail. C'est ce rôle d'organe central de communication qu'a assumé le Département des Recherches. En outre, il établit progressivement un registre confidentiel des chercheurs et de leurs travaux, à l'usage des différentes organisations qui dépendent de lui, puis un inventaire des appareils et machines scientifiques dont le Gouvernement pourra disposer après la disparition des services de guerre. Enfin il a formé une bibliothèque technique pour les directeurs et techniciens des associations de recherches.

2° Ensuite le Département des Recherches a pris en main le contrôle des recherches effectuées par les autres services d'Etat dans le but d'éviter la confusion et les travaux faits en double. Dans ce but, chaque département ministériel envoie au Conseil consultatif un ou plusieurs assesseurs qui assistent aux séances et tiennent le Conseil au courant des recherches engagées ou projetées par leurs départements respectifs. Il a été ainsi possible d'empêcher que des chercheurs attachés à des services différents n'entreprennent isolément le même travail ; ils ont pu être mis en relations et on leur a tracé un plan de travail coordonné. L'établissement de ces rapports étroits entre les Départements ministériels et le Département des Recherches a même conduit les premiers à confier exclusivement au second certaines recherches pour lesquelles des services administratifs étaient moins bien préparés que lui. Ainsi, le Conseil des Affaires locales a invité le Département des Recherches à entreprendre des recherches sur les matériaux de construction, en rapport avec la politique des logements du Gouvernement ; cette demande en provoqua d'autres analogues des Commissaires des bois et forêts, concernant les bois indigènes, du Ministère de l'Agriculture. Ainsi se sont développées peu à peu des recherches très importantes sur les problèmes de l'habitation.

3° Enfin lorsqu'il s'est agi d'entreprendre, dans l'intérêt national, un groupe étendu de recherches et de créer pour cela une organisation perfectionnée, le Conseil consultatif a recommandé au Ministre de donner au Comité de recherches une certaine indépendance et d'en faire un « Bureau de recherches ».

Le premier bureau de ce genre a été le Bureau de recherches sur les combustibles. Les combustibles, l'économie dans leur emploi, sont des questions qui touchent aussi bien le plus modeste travailleur que le plus gros consommateur. Le combustible est la base de toutes les industries et de la suprématie navale anglaise. Aucune association d'industriels ne peut attaquer un problème aussi vaste dans toutes ses parties. C'est pourquoi on a créé un organisme spécial de recherches, dont le coût de fonctionnement devait être supporté par l'ensemble des contribuables. Un autre exemple typique de recherche nationale, c'est celle qui incombe au Bureau de recherches sur l'alimentation, créé à la demande des Ministères du Ravitaillement et de l'Agriculture et des Pêches. De même, sur l'invitation du Secrétaire d'Etat à l'Intérieur et du Comité des recherches médicales, le Conseil consultatif a créé le Bureau de recherches sur la Fatigue industrielle.

Autre exemple : Sur la demande même de la Société Royale, qui en avait eu jusque-là le contrôle, le Gouvernement a repris depuis le 31 mars 1918 la responsabilité du fonctionnement du Laboratoire national de Physique. Mais on reconnut que tous les pouvoirs de contrôle scientifique exercés par la Société Royale par l'intermédiaire d'un Comité exécutif pourraient se continuer avec avantage si ce Comité était constitué en Bureau de recherches par le Département. Ainsi fut fait. On se rendra compte de l'importance prise par ce Laboratoire pendant la guerre si l'on songe que son budget annuel pour 1913-1914 était d'environ 1.093.000 francs, tandis qu'il est prévu par le Département des Recherches pour 1919-1920 à 3.866.000 francs.

***

Tels sont, dans leurs grandes lignes, les moyens par lesquels le Gouvernement britannique a, depuis bientôt 4 ans, tenté d'encourager et d'organiser la recherche scientifique et industrielle. Il n'est pas encore possible de les juger sur les résultats, ceux-ci ayant été pour la plupart maintenus secrets jusqu'à présent ; contentons-nous de signaler qu'ils ont obtenu, en général, l'approbation des hommes de science et des industriels et qu'ils constituent une tentative intéressante de solution d'une des questions qui préoccupent le plus les nations civilisées.

X.

LES CARTES DES VENTS A L'USAGE DES AÉRONAUTES

Un des services les plus remarquables rendus à la navigation par les études météorologiques fut l'établissement de « routes recommandées », que les navires à voiles ont grand avantage à suivre pour rencontrer des vents favorables. Ce fut le lieutenant de vaisseau Maury, de la Marine américaine, qui eut le premier l'idée de coordonner les observations éparses dans les journaux de bord des navigateurs, d'en déduire la fréquence des vents en chaque région et d'en tirer des règles permettant de réduire au minimum les traversées. Pour éveiller l'attention publique par un résultat capable de faire sentir l'importance pratique des études nouvelles, il concentra d'abord tous ses efforts sur une seule traversée, celle de New-York à Rio de Janeiro; ses recherches lui permirent bientôt de déterminer une route bien plus avantageuse que celle suivie jusqu'alors.

Le navire *Wright* fut le premier à suivre les indications de Maury. Parti le 9 février 1848 de Baltimore, il coupait la ligne 24 jours après, tandis que cette traversée en exigeait d'ordinaire 41. Un pareil résultat suffit à fonder l'œuvre de Maury. L'application de ses règles permit par la suite de réduire de plus de 50 % la durée des voyages des Etats-Unis à l'équateur et au cap Horn, ainsi que la durée des voyages de circumnavigation dans les mers Australes.

L'exemple de Maury fut suivi par toutes les Marines du monde, qui entreprirent des recherches analogues : des services réguliers d'observations furent organisés, et on publia pour toutes les mers du Globe des cartes donnant pour chaque mois ou pour chaque saison la fréquence des vents des différentes directions. D'ordinaire, cette fréquence est indiquée sous la forme de rose des vents. Le dispositif généralement adopté pour le tracé de ces roses est le suivant : à partir d'un point qui figure l'emplacement de la station, on mène des lignes droites dont les directions, par rapport au nord de la carte, sont celles des vents qui ont été observés dans la région. La longueur de ces lignes droites est proportionnelle au nombre de fois que le vent de la direction en question a été observé.

Le Service hydrographique de la Marine française a publié en 1874 les cartes mensuelles et saisonnières établies par le lieutenant de vaisseau Brault et qui donnent la fréquence des vents sur l'océan Atlantique et sur l'océan Pacifique. Ces cartes constituent des documents de premier ordre, car elles indiquent pour chaque direction non seulement la fréquence totale, mais encore le nombre des vents faibles, des vents modérés, des tempêtes, etc.

Une autre collection de cartes des vents très répandue dans le Monde entier est la collection des *Pilot-Charts* que publie tous les mois le « Weather Bureau » de Washington. Sur ces cartes la fréquence de chaque direction de vent

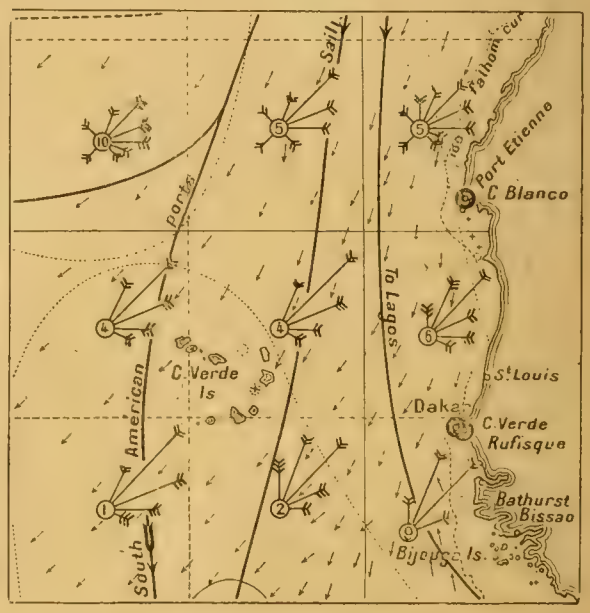


Fig. 1. — *Fragment d'un* Pilot-Chart (*janvier* 1918). *Région de Dakar.*

est indiquée par une flèche plus ou moins longue, et la vitesse moyenne de chaque direction par un plus ou moins grand nombre de barbules. La figure 1 reproduit la partie du *Pilot Chart* du mois de janvier se rapportant à la région de Dakar. D'un coup d'œil on voit sur cette carte que les alizés de NE soufflent d'une façon très régulière et sur toute la région : on n'a aucune chance d'avoir du vent d'W ou de SW.

***

Ces documents sur la fréquence des vents dans les diverses régions du Globe n'intéressent pas simplement les navigateurs : ils sont indispensables aux aéronautes pour la préparation des longs voyages aériens. Si, comme on peut l'espérer, la réalisation de voyages aériens réguliers en dirigeable ou en avion est prochaine, il sera nécessaire, pour établir les itinéraires et les prix de revient, de se préoccuper de l'aide ou de l'obstacle qu'apporte l'atmosphère.

Il ne suffit pas en effet de tracer des itinéraires qui font bien sur la carte, mais il faut tenir compte de la vitesse du vent, qui atteint fréquemment le 1/4 de la vitesse d'un appareil aérien et qui parfois est du même ordre. Par exemple, avant d'entreprendre une traversée de l'océan Altantique, il n'est pas indifférent de savoir que, si l'on part d'Europe vers les Etats-Unis en ligne directe, on aura en hiver 60 à 70 chances pour 100 d'avoir contre soi un vent de 12 à 15 mètres à la seconde au niveau de la mer, soit 50 kilomètres à l'heure, circonstances qui, pour un appareil ayant une vitesse de 100 kilomètres à l'heure, rendront le voyage deux fois plus long qu'on ne l'aurait prévu sans tenir compte du vent.

Un détour sur la carte, loin d'être une perte de temps, permet souvent, au contraire, d'arriver plus tôt qu'on ne le ferait par une route directe.

Mais, si, pour chercher des vents favorables, le navire à voiles n'a d'autres ressources que de faire un détour, l'avion a pour lui l'avantage de voler à des altitudes différentes, et de trouver ainsi des vents différents. Il n'est pas rare, en effet, que le vent change de direction à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, et chacun a pu observer fréquemment des nuages allant en sens contraire de la direction du vent au voisinage du sol.

Un exemple classique de ce changement de direction du vent est fourni par le contre-alizé. On sait que sur l'Atlantique nord, entre 30° de latitude Nord et l'équateur, on observe à la surface de la mer des vents très réguliers de NE appelés les alizés. Mais ces courants de NE ne dépassent pas l'altitude de 2.000 à 3.000 mètres environ. Au-dessus souffle un vent de SW, appelé le contre-alizé. C'est ainsi qu'au sommet du pic de Ténériffe, haut de 3.700 mètres, on observe toute l'année un vent soufflant régulièrement du SW, alors que les alizés du NE se font sentir à la base du pic et sur les parties basses de l'île au niveau de la mer. Si l'on organise des voyages aériens d'Europe à l'Amérique du Sud, il faudra recommander aux pilotes, entre les îles Canaries et l'équateur, de voler bas à l'aller et de voler haut au retour.

Il est donc essentiel de fournir aux aéronautes des documents précis sur le vent en altitude, en même temps que sur les vents au niveau de la mer. Les observations de ce genre ne sont pas encore très nombreuses, mais elles permettent cependant d'établir dès maintenant, au moins pour les régions européennes, des roses des vents à 1.000 mètres, à 2.000 mètres, etc.

La figure 2 donne les roses des vents tous les 1.000 mètres jusqu'à 6.000 mètres au-dessus de Paris pour les jours de ciel clair et pour ceux où les nuages ont été observés à une hauteur supérieure à 6.000 mètres, c'est-à-dire pour tous les jours où il aurait été possible à un avion de voler jusqu'à 6.000 mètres de hauteur.

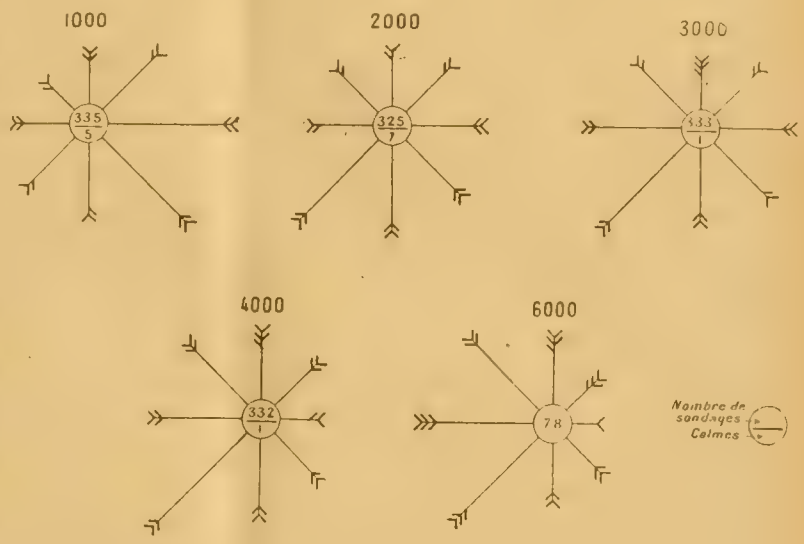


Fig. 2. — *Sondages de Paris, de décembre* 1915 *à novembre* 1917.

On voit sur ces roses qu'à mesure qu'on s'élève les vents d'W deviennent de plus en plus fréquents.

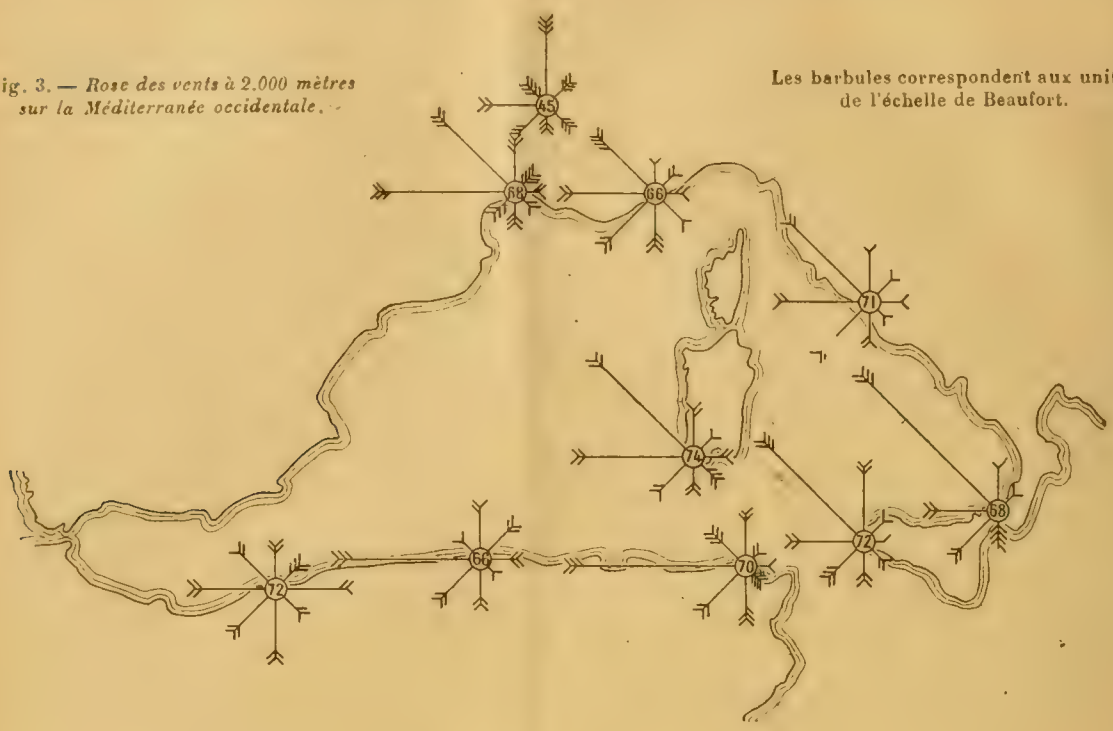
On voit encore que, si l'on part avec un vent d'ouest au sol, on a des chances de voir ce vent augmenter de vitesse à mesure qu'on prendra de l'altitude, tandis que si l'on part avec un vent d'est on a des chances de voir la vitesse du vent diminuer en l'air.

Depuis plusieurs mois, de nombreuses stations en Angleterre, en Italie et en France mesurent journellement la vitesse du vent en altitude, ou, comme on dit, exécutent des sondages aérologiques. Ces documents permettent de dresser des cartes de fréquence du vent en altitude, analogues aux cartes de Brault et aux *Pilot-Charts*. A titre d'exemple, nous reproduisons (fig. 3, 4 et 5) les cartes du vent au sol, à 1.000 m. et 2.000 m. sur les bords de la Méditerranée occidentale, en été, d'après les observations des stations maritimes et de quatre stations italiennes.

Ces cartes contiennent des indications très utiles : c'est ainsi, par exemple, qu'on voit très

Fig. 3. — *Rose des vents à 2.000 mètres sur la Méditerranée occidentale.*

Les barbules correspondent aux unités de l'échelle de Beaufort.



nettement qu'un pilote qui aurait à assurer un service régulier entre Oran et Tunis devrait voler vers 2.000 mètres pour aller d'Oran à Tunis et à une altitude inférieure à 1.000 mètres pour aller de Tunis à Oran.

***

Les indications très succinctes qui précèdent n'ont d'autre but que de montrer l'intérêt que présentent les cartes des vents pour l'aéronaute. Cet intérêt est si grand, qu'à notre avis il ne faut pas retarder la publication des cartes de vent en altitude sous le prétexte qu'on n'a encore qu'une ou deux années d'observations. Il faut, au contraire, publier dès maintenant les données que l'on possède, non seulement parce que telles quelles elles contiennent des renseignements très utiles, mais aussi parce que c'est la meilleure

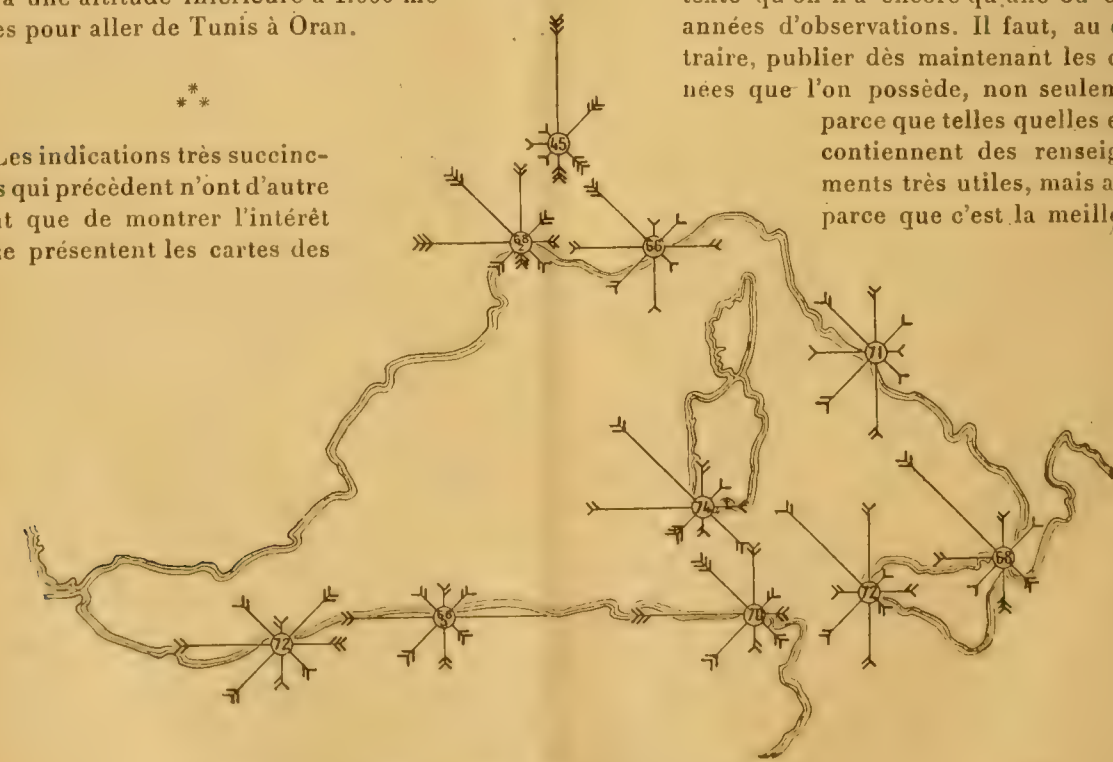


Fig. 4. — *Rose des vents à 1.000 mètres.*

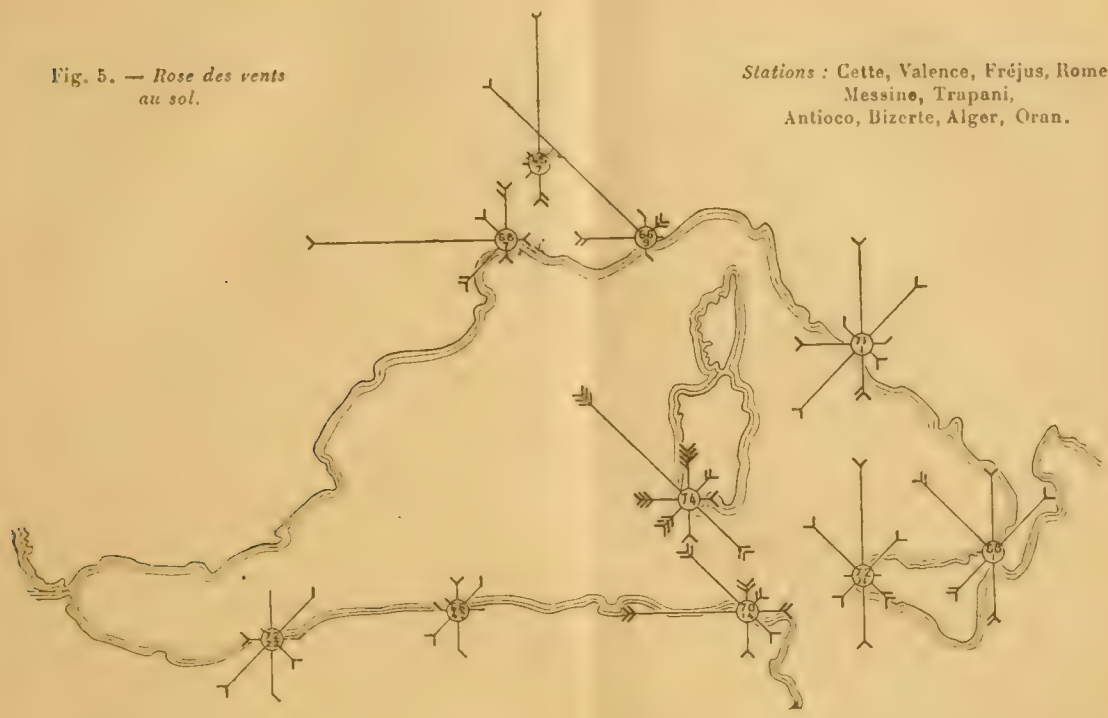


Fig. 5. — *Rose des vents au sol.*

Stations : Cette, Valence, Fréjus, Rome, Messine, Trapani, Antioco, Bizerte, Alger, Oran.

façon de faire ressortir les lacunes de nos observations.

Un document même incomplet vaut mieux que pas de document du tout, et les cartes des vents en altitude qui maintenant ne seront qu'une ébauche se compléteront et se perfectionneront d'année en année. Il serait dans tous les cas regrettable qu'au moment où les services publics se préoccupent de développer les transports par avions et dirigeables, les renseignements météorologiques indispensables aux études préliminaires fassent défaut.

J. Rouch,
Chef du Service météorologique de la Marine,
et **L. Gain,**
Docteur ès Sciences.

L'ÉMISSION D'ÉLECTRICITÉ PAR LES CORPS INCANDESCENTS

PREMIÈRE PARTIE : LES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX ET LES THÉORIES

L'émission d'électricité par les corps incandescents a suscité, au cours de ces dernières années, un grand nombre de recherches dont nous nous proposons d'exposer les grandes lignes en utilisant largement les données rassemblées par M. O. W. Richardson dans une intéressante monographie de publication récente[1].

L'étude de ce phénomène, qui pouvait sembler *a priori* toute théorique, a permis la réalisation d'un très grand nombre de dispositifs pratiques du plus grand intérêt, qui montrent une fois de plus les liens étroits de la science pure avec la technique. L'exposé de ces applications fera l'objet d'un deuxième article.

1. O. W. Richardson : *The emission of electricity from hot bodies*. Longmans, Green and Co, London.

I. — Historique et considérations générales

§ 1. — Les précurseurs

Du Fay[1] semble avoir constaté le premier, dès 1733, que l'air devient conducteur au voisinage des corps incandescents. Mais la première étude systématique du phénomène est due à Edmond Becquerel[2], qui lui a consacré, en 1853, un mémoire important : « Les résultats exposés dans ce travail, conclut Becquerel, mettent en évidence la propriété que possèdent les gaz de livrer passage aux courants électriques lorsqu'ils environnent des électrodes métalliques

1. Du Fay : *Mémoires de l'Académie*, 1733.
2. Becquerel (Edmond) : *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXIX, p. 355 ; 1853.

parfaitement isolées et que leur température est suffisamment élevée. Les gaz acquièrent cette faculté à la température du rouge naissant, et, à partir de cette limite, ils transmettent d'autant mieux l'électricité que leur température s'élève plus haut; ils livrent alors passage même aux plus faibles courants électriques que l'on puisse produire à l'aide d'un couple de petite dimension. » Il indique que les faits observés pourraient conduire à admettre « que les électrodes métalliques portées à la température du rouge laissent détacher des particules matérielles alors que l'excès de tension est très faible, et que ces particules établissent une circulation continue d'électricité ».

Les expériences de Becquerel, contestées par Wiedemann, ont été reprises par Blondlot [1], qui établit l'existence d'un courant, entre deux électrodes au rouge, pour une force électromotrice ne dépassant pas $\frac{1}{1.000}$ de volt.

Guthrie [2] a, le premier, appelé l'attention sur la différence entre l'électricité positive et l'électricité négative. Il a montré qu'une boule de fer portée à la température du rouge, et disposée dans l'air, peut conserver une charge négative, mais non une charge positive. Aux températures plus élevées, la différence disparaît et la perte de charge s'effectue rapidement pour les deux électricités.

Elster et Geitel [3] ont consacré une longue série de recherches à l'étude des actions électriques provoquées par les solides incandescents. Leur méthode consiste à chauffer des fils métalliques de nature différente au moyen d'un courant électrique et à examiner le potentiel acquis par une électrode voisine : avec un fil de platine chauffé dans l'air, à la pression atmosphérique, ce potentiel, d'abord positif, augmente avec la température, passe par un maximum au rouge, décroît ensuite et tombe presque à zéro au rouge blanc; aux basses pressions, les résultats sont analogues, sauf qu'après s'être annulé, le potentiel devient négatif et prend des valeurs négatives croissantes avec la température. Les fils se comportent donc comme s'ils avaient tendance à émettre de l'électricité positive aux basses températures et de l'électricité négative aux températures élevées; à une certaine température intermédiaire, la perte est la même pour les deux électricités, en sorte que le potentiel acquis par l'électrode est égal à celui du fil porté au rouge. Le signe et la grandeur de l'électrisation dépendent d'ailleurs de la nature du gaz. Ainsi l'électrode acquiert, dans l'hydrogène, une charge négative, même sous la pression atmosphérique.

Branly [1], en mesurant la déperdition électrique d'un conducteur isolé placé au voisinage d'un corps chaud, c'est-à-dire par une méthode inverse de la précédente, a confirmé les résultats d'Elster et Geitel. Il a constaté que les oxydes de plomb, d'aluminium, de bismuth, se comportent d'une manière opposée à celle des métaux étudiés : dans l'air, à la température du rouge, ils perdent une charge négative et non une charge positive.

§ 2. — L'effet Edison

Dans les lampes électriques, Edison (1884) a constaté l'existence d'un phénomène analogue aux précédents, qui peut s'expliquer par la perte d'électricité dont est le siège le filament de carbone négatif, même dans le vide le plus parfait.

On fixe une petite électrode métallique plane entre les branches opposées d'un filament métallique ayant la forme classique d'un fer à cheval. Si le filament est porté à l'incandescence par le passage d'un courant continu et qu'on branche un galvanomètre entre l'électrode isolée et l'extrémité négative du filament, on n'observe le passage d'aucun courant sensible dans le galvanomètre. Quand on branche au contraire le galvanomètre entre l'électrode et l'extrémité positive du filament, le galvanomètre indique le passage d'un courant dirigé, à l'extérieur de l'ampoule, du filament vers l'électrode, qui peut s'élever à 2 ou 3 milliampères dans des conditions convenables.

Edison, pas plus que Sir William Preece, qui fit également quelques recherches sur cet effet, n'ont donné l'explication du phénomène. Ils n'en ont indiqué aucune application.

J. A. Fleming [2] a montré que l'effet Edison disparaît presque entièrement si l'on entoure la branche négative du filament d'un cylindre métallique ou isolant. D'autres expériences analogues le conduisirent à penser que l'effet est dû à l'émission d'électricité négative par le filament incandescent vers l'électrode froide, émission dont les expériences d'Elster et Geitel ont révélé l'existence dans les vides élevés.

Fleming a pu observer également l'effet Edison, bien qu'à un degré beaucoup moindre, en

1. Blondlot : *C. R. Acad. Sc.* (Paris), t. XCII, p. 870; 1881, — et t. CVI, p. 283; 1887.
2. Guthrie : *Phil. Mag.*, 4e série, t. XLVI, p. 257; 1873.
3. Elster et Geitel : *Annalen der Phys.*, t. XVI, p. 193, 1882; t. XIX, p. 588, 1883; t. XXII, p. 123, 1884; t. XXVI, p. 1, 1885; t. XXXI, p. 109, 1887; t. XXXVII, p. 315, 1889; *Wien. Ber.*, t. XCVII, p. 1175; 1889.

1. Branly : *C. R. Acad. Sc.* (Paris), t. CXIV, p. 1351; 1892.
2. J. A. Fleming : *Proc. of the Royal Institution*, 1890.

remplaçant le filament de carbone de la lampe par un filament de platine.

A l'époque où ces expériences ont été effectuées, le passage du courant a été attribué au transport d'atomes de carbone ou de platine électrisés négativement. Cette hypothèse tirait quelque vraisemblance du fait que les filaments de carbone et de platine émettent réellement de fines particules dont le dépôt sur l'ampoule en provoque le noircissement après un fonctionnement de longue durée [1].

§ 3. — La théorie des ions

La théorie des ions, suggérée par les découvertes de Roentgen et de Becquerel, mise au point par J. J. Thomson, a été appliquée par ce dernier savant à l'explication des phénomènes précédents.

Ces phénomènes ne sont pas sans analogie avec ceux que présentent les gaz ionisés : d'où l'hypothèse d'une certaine action du métal incandescent sur le gaz environnant, action qui entraîne l'ionisation de celui-ci.

La conductibilité électrique des gaz qui ont séjourné au voisinage des corps incandescents présente de grandes analogies avec celle des gazs ionisés par les rayons X ou les radiations radioactives. Ainsi, le courant qui s'établit entre deux électrodes plongées dans le gaz croît avec la force électromotrice appliquée, d'abord assez vite, puis de plus en plus lentement et tend vers une limite (courant de saturation). Signalons cependant des différences importantes :

Les propriétés des gaz dépendent beaucoup de la température du filament : au rouge naissant, le gaz décharge un conducteur électrisé négativement, mais demeure sans action sur un conducteur positif ; pour des températures suffisamment élevées, le gaz décharge avec une égale facilité les conducteurs des deux signes. D'où il faut conclure qu'à basse température les ions engendrés dans le gaz par le métal sont tous positifs, tandis qu'à des températures plus élevées les ions des deux signes existent dans des proportions sensiblement égales.

§ 4. — La théorie électronique

La théorie électronique suppose la présence, dans les conducteurs, de corpuscules négatifs ou électrons, dont les mouvements sont analogues à ceux qu'on attribue aux molécules gazeuses dans la théorie cinétique. L'existence d'un champ électrique dans le conducteur a pour effet de superposer au mouvement désordonné de ces électrons un mouvement dirigé suivant le sens de la chute de potentiel et dont la vitesse moyenne dépend de la grandeur du champ électrique : le mouvement de ces électrons constitue le courant électrique.

L'énergie du mouvement calorifique des *électrons libres* dont nous venons d'envisager l'existence augmente avec la température. Il est possible qu'à une certaine température cette énergie soit suffisante pour entraîner les électrons à l'extérieur du conducteur. Dans ces conditions, le conducteur devient capable d'émettre de l'électricité négative.

L'émission d'électricité négative par les corps incandescents apparaît donc comme très analogue à l'émission des molécules que donne la vaporisation d'un solide ou d'un liquide : on peut assez bien l'assimiler à une vaporisation d'électricité.

L'émission d'électricité positive aux températures relativement basses semble procéder d'un tout autre mécanisme.

II. — L'émission d'électricité négative par les corps incandescents

§ 1. — Etude expérimentale des courants d'ionisation

La figure 1 représente un dispositif expérimental permettant d'étudier aisément les courants d'ionisation produits par les corps incandescents.

Le filament à étudier A, supporté par des fils plus gros B et C, est fixé au centre d'une électrode cylindrique E, constituée par une feuille ou mieux une toile métallique que supporte le conducteur F. Le tube H permet de faire le vide dans l'ampoule D qui renferme l'ensemble du dispositif.

Dans toutes les expériences relatives à l'étude des courants d'ionisation, il est de la plus grande

1. Les particules négatives dont nous postulons l'existence se déplacent le long des lignes de force du champ électrique qui aboutissent au filament, mais en sens inverse de la direction de ces lignes (puisque les lignes de force sont, en tout point de l'espace, tangentes à la force qui agirait sur une charge *positive* égale à l'unité placée en ce point).

Si la plaque est à un potentiel supérieur à celui du filament, c'est-à-dire si elle est positive par rapport au filament, les lignes de force du champ électrique partent de la plaque et vont aboutir au filament, les particules négatives libérées par le filament « remontent » les lignes de force et viennent rencontrer la plaque.

Il faut noter que le filament n'a pas un potentiel uniforme, puisqu'il est parcouru par un courant; il se produit le long du courant une chute régulière de tension. Les potentiels des différents points sont compris entre celui du pôle positif et celui du pôle négatif de la source génératrice. La plaque peut donc être *positive* par rapport à certaines régions du filament et *négative* par rapport à d'autres. Dès qu'elle devient positive par rapport à un élément du filament, les particules libérées par cet élément gagnent la plaque et on constate un courant dans la partie métallique du circuit *filament-plaque*.

importance, non seulement de vérifier minutieusement la pureté chimique des substances utilisées, mais encore de s'assurer que des traces de gaz ne sont pas mises en liberté dans l'ampoule au cours de l'expérience. Le meilleur moyen consiste à faire un vide aussi poussé que possible dans l'ampoule, en même temps qu'on en chauffe les parois et qu'on porte le fil A à l'incandescence au moyen d'un courant électrique. En outre, pour chasser toute trace de gaz du métal constituant l'électrode cylindrique E, il est bon de la soumettre au bombardement intense de rayons cathodiques obtenus en portant A à un potentiel élevé.

Pour l'étude de l'ionisation, on produit l'incandescence du filament A au moyen d'un courant électrique. Il est hors de doute que les

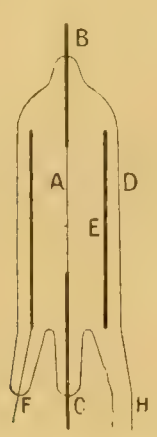


Fig. 1. — *Dispositif pour l'étude des courants d'ionisation.*

champs électrique et magnétique créés par le courant doivent influer sur le mouvement des ions. Mais les effets semblent négligeables tant qu'on ne fait pas appel à de trop fortes intensités.

La plupart des phénomènes auxquels donne lieu l'émission d'électricité par les corps incandescents sont sensibles aux moindres variations de la température. Aussi, dans l'expérience que nous décrivons, est-il essentiel de maintenir la température constante. C'est ce qu'on réalise de la manière suivante :

Le filament A constitue l'une des branches d'un pont de Wheatstone qui est actionné par la batterie destinée à produire l'incandescence (fig. 2) ; trois autres résistances, K, L et M constituent les autres branches.

La plus grande partie du courant d'échauffement est fournie par la batterie P ; le système de rhéostats Q,R,S permet d'atteindre une grande précision dans le réglage.

Le filament A devant être porté à une température élevée, il est nécessaire de le faire traverser par un courant intense. Aussi la résistance de la branche M doit-elle être du même ordre de grandeur que celle de la branche A, afin de pouvoir supporter un courant intense sans donner lieu à un échauffement exagéré. Si les résistances K et L sont très grandes par rapport aux résistances M et A, tout le courant passe pratiquement par M et par A et les branches K et L ne risquent pas de s'échauffer trop fortement.

La résistance du filament A variant notablement avec la température, l'ensemble du dispositif constitue un indicateur de température

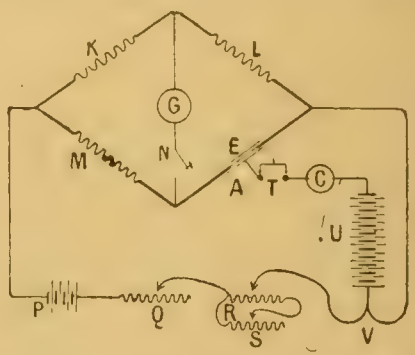


Fig. 2. — *Dispositif pour maintenir la température constante dans l'étude des courants.*

A, filament ; E, électrode ; K, L, M, résistance formant le pont de Wheatstone ; G, galvanomètre ; P, batterie ; Q, R, S, rhéostats ; T, interrupteur ; C, appareil de mesure ; U, batterie.

extrêmement sensible. On maintient la température constante, le pont étant préalablement réglé, en agissant sur les résistances Q, R, S, de manière que le galvanomètre demeure au zéro.

Pour évaluer le courant thermo-ionique, on relie le cylindre E au point V du circuit d'échauffement par l'intermédiaire d'une batterie U, de l'interrupteur T et d'un appareil de mesure C. La batterie U sert à créer dans l'intervalle AE un champ électrique mettant les ions en mouvement. La nature de l'appareil de mesure C dépend de la grandeur des courants qu'on utilise : pour des courants intenses, on peut utiliser un galvanomètre ordinaire ou même un milli-ampèremètre ; mais avec les faibles courants qu'on obtient aux températures relativement basses, l'emploi d'un électromètre s'impose.

Différentes méthodes peuvent être utilisées pour évaluer la température du filament. Quand la résistance du filament en fonction de la température est suffisamment connue (platine, tungstène), la mesure de la résistance fait connaître la température.

Un couple thermo-électrique peut également

donner des résultats intéressants; mais son emploi devient difficile dans le cas de filaments très fins, par suite de la diminution locale de température qu'il entraîne.

§ 2. — Théorie de l'émission des électrons par les corps incandescents

L'émission d'électricité par les corps incandescents a été assimilée par Richardson à une sorte de vaporisation d'électrons, analogue à la vaporisation des corps liquides ou solides sous l'action de la chaleur. Il a donné deux théories, calquées sur celles de la vaporisation : une théorie thermodynamique et une théorie cinétique.

a) *Considérations thermodynamiques.* — Enfermons un métal dont la tension de vapeur soit négligeable dans un récipient où l'on a fait le vide et qu'on maintient à la température T. Le métal émet des électrons vers l'espace libre. Mais, en vertu de leur agitation thermique, ces électrons tendent, d'autre part, à retourner vers le métal. Il s'établit finalement un état d'équilibre dans lequel le nombre des électrons qui retournent au corps solide, dans un certain intervalle de temps, est égal au nombre des électrons émis. Désignons, à ce moment, par n le nombre d'électrons contenus dans un centimètre cube de l'espace libre et par p la pression qu'ils exercent.

La Thermodynamique permet d'établir une relation entre la pression p exercée par les électrons et la température absolue T de l'enceinte.

Soit v le volume de l'enceinte. Si l'on adapte au récipient qui limite cette enceinte un cylindre muni d'un piston, on peut, par le jeu du piston, provoquer des changements qui modifieront l'entropie S du système. En désignant par Φ la variation de l'énergie du système qu'entraîne le passage d'un électron du métal vers l'enceinte, on a :

$$(1) \qquad dS = \frac{1}{T}[d(nv\Phi) + pdv],$$

ce qu'on peut écrire :

$$dS = \frac{1}{T}\left[\left(p + n\Phi + v\frac{\partial n\Phi}{\partial v}\right)dv + v\frac{\partial n\Phi}{\partial T}dT\right],$$

et d'où l'on tire :

$$(2) \qquad \left(\frac{\partial S}{\partial v}\right)_T = \frac{1}{T}\left[p + n\Phi + v\frac{\partial n\Phi}{\partial v}\right];$$

$$(3) \qquad \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_v = \frac{v}{T}\frac{\partial n\Phi}{\partial T}.$$

En égalant les deux valeurs de $\frac{\partial^2 S}{\partial v \partial T}$ que fournissent les équations (2) et (3) et tenant compte de la relation évidente $\frac{\partial n\Phi}{\partial v} = 0$, on obtient :

$$(4) \qquad T\frac{\partial p}{\partial T} = p + n\Phi.$$

La pression p des électrons contre le piston est égale à celle qu'exercerait un gaz parfait comprenant par unité de volume le même nombre n de molécules :

$$(5) \qquad p = nkT,$$

k désignant la constante des gaz rapportée à une molécule.

Portons cette valeur de p dans l'équation (4) On a :

$$(6) \qquad \frac{dn}{n} = \frac{\Phi}{kT^2}dT;$$

d'où :

$$(7) \qquad n = A\,e^{\int \frac{\Phi}{kT^2}dT},$$

la constante A étant indépendante de la température.

On obtient ainsi une relation entre le nombre d'électrons par unité de volume et la variation d'énergie qu'entraîne l'émission d'un électron par le corps solide.

Or, d'après les principes de la théorie cinétique des gaz, le nombre N′ des électrons qui atteignent, pendant l'unité de temps, l'unité de surface du métal est :

$$(8) \qquad N' = n\sqrt{\frac{kT}{2\pi m}}$$

(m désigne la masse d'un électron).

D'autre part, lorsque l'équilibre est réalisé, le nombre N des électrons émis doit être égal au nombre N′ des électrons captés. D'où :

$$(9) \qquad N = N' = A\sqrt{\frac{k}{2\pi m}}\,T^{\frac{1}{2}}e^{\int \frac{\Phi}{kT^2}dT}.$$

Des considérations thermodynamiques dont nous ne pouvons donner le détail ici permettent d'établir entre Φ et T la relation approchée :

$$(10) \qquad \frac{\partial \Phi}{\partial T} = \frac{k}{\gamma - 1},$$

γ désignant le rapport des chaleurs spécifiques des électrons à pression constante et à volume constant. On en tire :

$$(11) \qquad \Phi = \Phi_0 + \frac{k}{\gamma - 1}T,$$

ce qui donne, pour $\gamma = \frac{5}{3}$:

$$(11\,bis) \qquad \Phi = \Phi_0 + \frac{3}{2}kT.$$

Représentons enfin par ε la charge électronique élémentaire. Le courant de saturation $i = N\varepsilon$ prend, pour cette valeur de Φ, la forme :

$$(12) \qquad i = N\varepsilon = BT^2 e^{\frac{-\Phi_0}{kT}},$$

B et Φ_0 étant des constantes indépendantes de la température.

b) *Considérations cinétiques.* — La théorie cinétique classique fournit une relation simple entre le nombre des molécules par unité de volume qui existent en deux points quelconques d'un système à température uniforme et le travail nécessaire au déplacement d'une molécule d'un point à l'autre. Appliquant cette relation au problème envisagé, on obtient, en désignant par n_1 le nombre d'électrons libres par unité de volume à l'intérieur du corps incandescent :

$$(13) \qquad n = n_1 e^{-\frac{\Phi}{kT}}.$$

Combinant ce résultat avec celui que donne la relation (8) entre le nombre N d'électrons émis par unité de temps et le nombre n d'électrons contenus dans l'enceinte extérieure au corps incandescent lors de l'équilibre, on en déduit le courant de saturation par unité de surface :

$$(14) \qquad i = N\varepsilon = n_1 \varepsilon \sqrt{\frac{k}{2\pi m}}\, T^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{\Phi}{kT}}.$$

Supposons Φ indépendant de la température et égal à Φ_0 :

1° Si n_1 est également indépendant de la température, l'expression (14) prend la forme :

$$(15) \qquad i = A_1 T^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{\Phi_0}{kT}};$$

2° Si n_1 est proportionnel à $T^{\frac{3}{2}}$, on obtient la relation :

$$(16) \qquad i = A_2 T^2 e^{-\frac{\Phi_0}{kT}}$$

identique à (12).

Les différents calculs dont nous venons d'indiquer le principe supposent que les mouvements des électrons dans le métal obéissent aux lois de la Dynamique classique. Cette hypothèse soulève certaines difficultés. Ainsi, les propriétés optiques des métaux donnent à penser que le nombre des électrons libres est très grand; si tous ces électrons possédaient l'énergie que leur attribue la théorie cinétique, la chaleur spécifique prendrait une valeur bien supérieure à la valeur expérimentale. La variation générale de la chaleur spécifique des métaux est en contradiction avec l'hypothèse d'un nombre considérable d'électrons libres si ces électrons obéissent aux lois de la Dynamique classique.

Quelques-unes de ces difficultés disparaissent quand on substitue à cette Dynamique le groupe d'hypothèses qui sert de fondement à la *théorie des quanta*, dont on sait les applications intéressantes aux lois du rayonnement, aux propriétés des corps pris sous des températures très basses, à la photo-électricité, à la structure atomique, etc. D'après cette théorie, l'équation (13) devrait être considérée, non comme rigoureusement vraie, ainsi que le veut la Dynamique classique, mais comme la limite vers laquelle tend une expression plus générale quand la température s'élève suffisamment.

§ 3. — Relation entre le courant et la force électromotrice sous différentes pressions

Les premières recherches effectuées avec un dispositif analogue à celui que représente la figure 1 ont montré que la relation entre le courant et la force électromotrice est indépendante de la nature du filament, pourvu que celui-ci ait été préalablement porté à l'incandescence pendant un temps assez long[1].

Pour de faibles valeurs de la tension et sous des pressions de l'ordre de grandeur de la pression atmosphérique, le courant est proportionnel à la tension ; mais, à mesure que la tension augmente, l'accroissement relatif du courant va en diminuant et tend vers une valeur nulle (saturation). Le nombre des ions issus du filament, par seconde, a donc une limite finie.

Dans l'air, aux températures peu élevées, le résultat précédent ne se vérifie que pour des filaments positifs ; il n'y a pas de courant appréciable lorsque le filament est électrisé négativement. Aux températures élevées, les résultats deviennent analogues, quel que soit le signe du filament.

Sous des pressions de quelques millimètres de mercure, les variations du courant avec la température sont entièrement différentes. Pour un filament négatif, il n'y a aucun indice de saturation : le courant croît en général plus vite que la différence de potentiel. Le courant obtenu avec un filament positif est représenté sur la figure 3 : pour une certaine valeur de la force électromotrice, il semble qu'une saturation soit atteinte ; en réalité, le courant augmente ensuite à nouveau si l'on continue à faire croître la tension.

1. Mc Clelland : *Camb. Phil. Proc.*, t. XVI, p. 296; 1901.

Mc Clelland a montré qu'on pouvait interpréter ces divers phénomènes en admettant que les ions libérés à la surface du filament sont capables, sous l'influence accélératrice du champ électrique, de produire de nouveaux ions par leur choc contre les molécules neutres. Dans le cas des ions positifs, cet accroissement du courant attribuable à l'ionisation par choc ne commencerait à faire sentir son action que pour une différence de potentiel de 200 volts entre les électrodes. L'existence d'une saturation apparente pour des potentiels plus faibles montre que tous les ions mis en liberté sont alors captés par le cylindre et qu'il n'y a pas, à ce moment, de courant supplémentaire dû à l'ionisation par choc. — L'absence

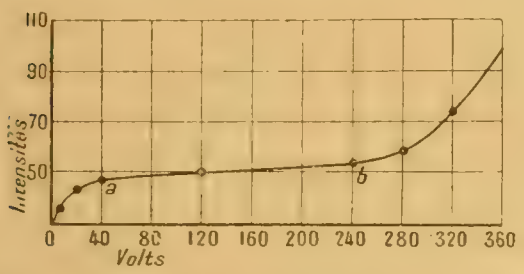


Fig. 3. — *Variation du courant thermo-ionique en fonction de la différence de potentiel.*

de saturation pour les fils négatifs conduit à penser que l'ionisation par choc prend naissance avant que soit atteinte la tension qui détermine la saturation : aussi la partie *a b* de la figure 3 est-elle absente.

Wilson[1] a fait une étude plus complète de la relation entre le courant, la pression et la force électromotrice, dans le cas des fils négatifs. Pour les pressions élevées aussi bien que pour les pressions très faibles, le courant est indépendant de la force électromotrice, sauf pour les forces électromotrices très faibles. Dans le premier cas, les molécules sont si rapprochées que les ions ont un libre parcours trop faible pour qu'ils puissent acquérir l'énergie nécessaire à l'ionisation par choc. Dans le second cas, ils ne rencontrent pas de molécules sur leur parcours. L'ionisation par choc se produit dans un intervalle de pressions moyennes dont l'étendue dépend de la différence de potentiel appliquée. En fait, si l'on maintient le filament sous un potentiel constant et qu'on augmente graduellement la pression à partir de zéro, le courant va d'abord en croissant, passe par un maximum, puis décroît.

1. Wilson : *Phil. Trans.*, A, t. CCCII, p. 243; 1903.

§ 4. — Variation de l'émission électronique en fonction de la température

De nombreuses recherches ont été consacrées à étudier l'influence de la température sur l'émission électronique. Les résultats obtenus ne sont pas très concordants. Ils indiquent tous, néanmoins, une croissance extrêmement rapide de l'émission en fonction de la température. Ainsi, dans une expérience faite sur un filament de sodium, on a constaté que le courant électronique croît de $1{,}8\times10^{-9}$ ampère à $1{,}3\times10^{-2}$ ampère quand la température passe de 217° C. à 427°C. : une élévation de la température à peine supérieure à 200° a suffi pour rendre le courant 10^7 fois plus grand.

Les substances diffèrent surtout entre elles par la valeur de la température pour laquelle l'émission devient appréciable. On peut donner comme indication générale qu'un galvanomètre sensible ne décèle habituellement aucun courant quand la température du corps incandescent est inférieure à 1.000° C.

Les considérations théoriques que nous avons précédemment exposées (§ 2) conduisent à l'une des deux formules suivantes pour exprimer la variation du courant d'ionisation avec la température :

$$(15)\qquad i = AT^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{b}{T}}, \qquad (16)\qquad i = CT^2 e^{-\frac{d}{T}}$$

qui deviennent, en prenant les logarithmes vulgaires des deux membres :

$$(15\,bis)\qquad \log i - \frac{1}{2}\log T = \log A - \frac{b}{2{,}303\,T},$$

$$(16\,bis)\qquad \log i - 2\log T = \log C - \frac{d}{2{,}303\,T}.$$

Si la variation de l'intensité en fonction de la température est exprimée par la relation (15 *bis*), les valeurs expérimentales de $\log i - \frac{1}{2}\log T$ doivent varier linéairement en fonction de 1/T. Si la variation est exprimée par la relation (16 *bis*), ce sont les valeurs expérimentales de $\log i - 2\log T$ qui varieront linéairement en fonction de 1/T.

Il semble donc qu'il n'y ait, pour choisir, qu'à porter sur un graphique, en fonction de T, les valeurs expérimentales de $\log i - \frac{1}{2}\log T$ d'une part, les valeurs expérimentales de $\log i - 2\log T$ d'autre part, et à voir quelle est la série qui se dispose suivant une droite.

En réalité, on obtient très sensiblement une droite dans les deux cas. En sorte que les deux formules représentent suffisamment, l'une et l'autre, les résultats de l'expérience. On adopte

de préférence la formule (15), sans qu'il y ait, semble-t-il, des raisons bien décisives en faveur de ce choix[1].

TABLEAU I

SUBSTANCES	OBSERVATEURS	A_1		b	
Carbone	Richardson		10^{34}	7,8	10^{4}
	Deininger	4,68	10^{25}	5,49	—
	Langmuir	1,49	10^{25}	4,87	—
	Richardson	7.5	10^{25}	4,93	—
Platine	Wilson	6,9	10^{26}	6,55	—
	Wilson	1,17	10^{27}	7,25	—
	Richardson	5	10^{28}	6,78	—
	Deininger	3,06	10^{25}	6,1	—
	Horton	1,6	10^{25}	6,1	—
	Wilson	2	10^{24}	2,8	—
	Langmuir	2,02	10^{34}	8,0	—
	Schlichter	7,2	10^{25}	5,11	—
Tungstène	Langmuir	1,55	10^{26}	5,25	—
	K. K. Smith	3,0	10^{27}	5,47	—
Tantale	Deininger	2,7	10^{24}	4,42	—
	Langmuir	7,45	10^{25}	5,0	—
Molybdène	Langmuir	1,38	10^{26}	5,0	—
Nickel	Schlichter	2,9	10^{25}	3,4	—
Calcium	Horton	1,1	10^{23}	3,65	—
Sodium	Richardson		10^{34}	3,16	—

Le Tableau I donne, d'après Richardson[2], les valeurs des constantes qui entrent dans l'équation (15). Toutefois on a indiqué, au lieu de A, les valeurs de $A_1 = A/\varepsilon$ pour $\varepsilon = 4{,}8 \times 10^{-10}$ U.E.S., en sorte que la formule mise sous la forme :

$$(15\,ter) \qquad N = A_1 T^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{b}{T}}$$

donne directement la variation du nombre des électrons émis.

On voit, d'après le Tableau I, que les différentes valeurs obtenues pour une même substance diffèrent entre elles beaucoup plus que ne semblent l'indiquer les erreurs possibles sur les mesures.

En réalité, la détermination expérimentale des constantes d'émission constitue un problème extrêmement complexe, surtout à cause de l'influence qu'exercent, sur le courant d'ionisation, les moindres traces, dans l'atmosphère ambiante, d'un très grand nombre de gaz, ainsi que certaines impuretés du métal étudié.

§ 5. — Influence des gaz sur l'émission électronique

L'influence des gaz sur l'émission électronique semble parfois très capricieuse. Avec le platine, par exemple, l'émission garde la même valeur, pour une température déterminée et sous des pressions très faibles, dans l'air, l'azote et la vapeur d'eau ; elle s'accroît au contraire énormément par la présence de traces d'hydrogène, de mercure, d'anhydride phosphorique. L'effet accélérateur de l'hydrogène a été constaté également sur le palladium et le sodium.

Il est à remarquer que le platine, le palladium et le sodium se ressemblent par l'extrême facilité avec laquelle ils dissolvent l'hydrogène et se combinent à lui.

Par contre, Langmuir[1] a signalé que l'hydrogène diminue notablement l'émission du tungstène, ce qu'il attribue à l'action de la vapeur d'eau produite par des actions secondaires, plutôt qu'à l'hydrogène lui-même[2].

Tous les gaz essayés, sauf l'argon, réduisent le courant de saturation du tungstène (il est probable que les autres gaz inertes se comporteraient comme l'argon). Parfois, certains gaz chimiquement actifs semblent accroître l'émission du tungstène, mais ce n'est là qu'une apparence due à ce que la saturation n'a pas été atteinte ; dans ces conditions, les ions positifs mis en liberté sous l'influence de l'ionisation par choc dans le gaz permettent qu'on s'approche davantage du courant de saturation pour une différence de potentiel donnée.

§ 6. — Emission électronique de quelques corps composés

La propriété que possèdent un certain nombre d'oxydes d'émettre des électrons a été mise en évidence pour la première fois par Wehnelt[3] : en étudiant les potentiels de décharge entre électrodes de platine dans un tube à vide, Wehnelt a constaté qu'une couche même très mince de certains oxydes, par exemple des

1. Faisons remarquer en passant l'analogie de la formule (15 *bis*) avec celle de Dupré relative à la vaporisation. En effet, d'après la théorie de Richardson, l'émission des électrons est assimilable à une vaporisation de matière.

2. RICHARDSON : *The emission of electricity from hot bodies*, p. 69.

1. LANGMUIR : *Phys. Rev.*, t. II, p. 463 ; 1913.

2. Signalons à ce propos les avantages que présente le tungstène pour les expériences relatives à l'émission électronique : 1° C'est le corps le plus réfractaire que l'on connaisse ; il fond à 3.270° C. et il est très peu volatil aux températures les plus élevées. Aussi peut-on le chauffer fortement, pendant un temps suffisant pour éliminer toutes les impuretés, sans qu'il subisse une perte de poids appréciable ; 2° A haute température il permet d'obtenir des courants électroniques intenses : ainsi Richardson a observé une perte thermo-ionique de 0,4 ampère sur un filament fin dont l'incandescence ne nécessitait que 0,8 ampère ; dans ces conditions, la densité du courant thermo-ionique atteignait 4 ampères par cm² de la surface d'émission ; 3° A cause de l'emploi du tungstène à la confection des filaments de lampes à incandescence, on a étudié soigneusement ses propriétés électriques et rayonnantes ; 4° Enfin, il joue le rôle d'agent purificateur, en formant avec les principaux gaz, sauf les gaz inertes, des composés qui sont ensuite volatilisés et vont se déposer sur les parois de l'ampoule.

3. WEHNELT : *Phil. Mag.*, t. X, p. 88 ; 1905.

oxydes de calcium, de strontium, de baryum, réduit notablement le potentiel de décharge ; un effet analogue, quoique moins sensible, est exercé par les oxydes de magnésium, de zinc, de cadmium, d'yttrium, de lanthane, de thorium et de zirconium. Au contraire, les oxydes de glucinium, d'aluminium, de thallium, de titane, de cérium, de fer, de nickel, de cobalt, de chrome, d'uranium, d'étain, de plomb, de bismuth, d'argent et de cuivre n'exercent aucune influence.

L'émission des oxydes alcalins suit des lois analogues à l'émission des métaux ; les courbes qui représentent la variation du courant en fonction de la tension ont même allure ; elles indiquent l'existence d'une saturation pour les pressions faibles aussi bien que pour les pressions élevées, et elles révèlent la présence d'effets dus à l'ionisation par choc pour des pressions intermédiaires, de l'ordre du millimètre.

L'émission des cathodes de Wehnelt (cathodes métalliques recouvertes de chaux ou de baryte) a fait l'objet de nombreuses recherches à cause des applications pratiques dont elles peuvent être l'objet comme sources de courants électroniques.

L'émission d'électrons sous l'action de la chaleur ne se limite pas aux corps simples et aux oxydes. Elle semble appartenir à toutes les substances qu'on peut porter à des températures suffisamment élevées, parmi lesquelles nous citerons les sels suivants : $Ca\ I^2$, $Sr\ I^2$, $Ba\ I^2$, $Cd\ I^2$, $Ca\ F^2$, $Ca\ Br^2$, $Mn\ Cl^2$, $Fe\ Cl^3$. Les iodures alcalino-terreux, en particulier, sont remarquables par l'émission intense qu'ils fournissent à des températures relativement basses : on a pu obtenir, par l'emploi d'un fragment d'iodure de baryum recouvrant à peine quelques millimètres carrés d'une lame de platine, un courant de 2 milliampères sous une température tellement basse que la lame de platine était à peine visible.

§ 7. — Sur la cause de l'émission électronique

On a parfois attribué à une action chimique l'émission d'électricité qui s'observe dans les corps incandescents.

Dans certains cas, en effet, l'action chimique d'un gaz sur un solide semble déterminer une émission d'électrons. Haber et Just[1] ont montré que l'action sur les métaux alcalins, leurs amalgames et leurs alliages, de l'oxygène, de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène phosphoré, de la vapeur d'eau et de quelques autres vapeurs chimiquement actives provoque une émission considérable d'électrons. Encore certains auteurs ont-ils prétendu qu'on se trouve, même dans ce cas, en présence d'une émission thermique déterminée par l'accroissement local de la température dans la couche superficielle, accroissement provoqué par la chaleur que dégage l'action chimique.

L'activité d'une cathode recouverte de chaux a été attribuée à la recombinaison du calcium et de l'oxygène mis en liberté électrolytiquement par le passage du courant.

D'une manière analogue, l'émission par le carbone a été attribuée à une action chimique entre le carbone et des traces d'impuretés gazeuses, sans que les expériences qui ont servi à étayer cette hypothèse soient absolument convaincantes.

En réalité, il semble bien qu'on n'ait jamais établi avec certitude que l'action chimique soit la cause directe et immédiate de l'émission d'électrons. Et même, certaines expériences de Richardson[1] paraissent indiquer que l'émission du tungstène dans un bon vide est une propriété atomique et ne peut être attribuée à des actions chimiques entre le tungstène et des traces d'impuretés ; d'après Richardson, ces expériences excluent l'hypothèse d'une activité chimique comme cause de l'émission.

Plus récemment, J. Langmuir[2] a formulé la même conclusion à la suite de recherches qui méritent une mention spéciale. On sait qu'à l'intérieur d'une ampoule à incandescence à filament de tungstène le vide est très élevé (de l'ordre du millionième de millimètre de mercure) dès que la lampe a fonctionné un certain temps ; le courant qui va d'un point à l'autre du filament est certainement très faible, tandis que d'après l'équation de Richardson l'émission du tungstène à des températures voisines du point de fusion devrait atteindre plusieurs ampères par cm^2. Langmuir a montré que la petitesse des courants thermo-ioniques tient, non à ce que le filament n'émet pas d'électrons, mais à ce que le potentiel de l'anode est insuffisant pour maintenir un courant intense autour du filament. Dans une de ses expériences, Langmuir monte dans une ampoule deux filaments de tungstène ayant la forme d'une boucle simple. Après avoir fait le vide le plus poussé possible et traité les électrodes de manière à les libérer des gaz occlus, il chauffe, au moyen d'un courant, le filament qui servira de cathode. Il applique un

1. Haber et Just : *Ann. der Physik*, t. XXXVI, p. 308 ; 1911.

1. Richardson : *Phil. Mag.*, t. XXVI, p. 345 ; 1913.

2. J. Langmuir : *Proc. of the Institute of Radio Engineers*, t. III, p. 261, 1915 ; *General Electric Review*, t. XVIII, p. 327, 1915 ; *Electrician*, t. LXXV, p. 240, 1915.

potentiel constant et positif à l'autre filament, fonctionnant comme anode, et il branche un galvanomètre entre les deux filaments : les lectures du galvanomètre pour des échauffements cathodiques variables permettent d'étudier la relation entre le courant thermo-ionique et la température.

Les résultats obtenus par Langmuir sont représentés par les courbes de la figure 4, qui comprennent deux parties : dans la première, le courant augmente suivant l'équation de Richardson et est indépendant du potentiel ainsi que de la

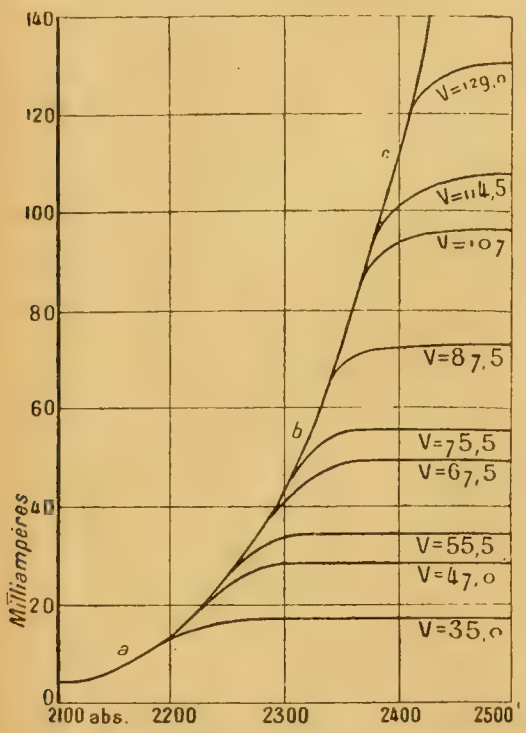


Fig. 4. — *Relation entre le courant thermo-ionique et la température.*

forme et des dimensions de l'anode ; dans la seconde, le courant est influencé par ces deux facteurs. Si l'on maintient constant le potentiel de l'anode, le courant atteint finalement la saturation et un nouvel accroissement de température de la cathode ne produit aucune augmentation sensible du courant thermo-ionique. En élevant le potentiel anodique, on augmente la valeur du courant de saturation ainsi que la température à laquelle doit être portée la cathode pour que la saturation soit atteinte.

Cette limitation du courant thermo-ionique par le potentiel de l'anode semble devoir être attribuée aux électrons transportant le courant, qui réalisent entre les électrodes une sorte d'« électrisation de l'espace » et repoussent vers le filament les électrons qui s'en échappent. Langmuir a étudié l'effet de cette électrisation de l'espace et calculé que le courant thermo-ionique maximum qui puisse s'établir dans l'espace compris entre la cathode et l'anode est proportionnel à la puissance 3/2 de la différence de potentiel entre les électrodes ; ses résultats expérimentaux sont en accord complet avec cette loi dans les cas où le vide est suffisamment élevé pour qu'il n'y ait pas d'ionisation positive appréciable dans l'ampoule[1].

§ 8. — Nature des ions négatifs produits par les corps incandescents

Pour étudier la nature des ions négatifs produits par les corps incandescents, J.-J. Thomson[2] a mesuré le rapport ε/m de leur charge électrique ε à leur masse.

Un filament rectiligne du métal C, disposé de manière à pouvoir être chauffé par un courant électrique qui le traverse, est disposé parallèlement et immédiatement en face d'un plateau de métal A avec lequel une des extrémités du filament est reliée électriquement. Un second plateau B, parallèle à A, est mis en communication avec les quadrants d'un électromètre.

On établit entre les plateaux une certaine différence de potentiel qui produit un champ électrique d'intensité X.

On enferme les plateaux et le filament dans une ampoule de verre où l'on fait le vide jusqu'à ce que la pression du gaz soit assez faible pour que le libre parcours moyen des molécules gazeuses soit supérieur à la distance entre les plateaux. Dans ces conditions, on peut négliger l'influence des molécules gazeuses sur le mouvement des ions.

On dispose l'ampoule dans un champ magnétique H dont la direction est parallèle au filament. Les ions issus du filament sont ainsi soumis à l'action d'un champ électrique constant, perpendiculaire aux plateaux, et d'un champ magnétique constant, parallèle à la longueur du filament.

Si l'on prend comme plan $x = 0$ le plan du plateau A, et comme axe des z une direction parallèle au champ magnétique H, on établit que la plus grande distance que puisse parcourir une particule électrisée, issue du plan $x = 0$ à l'instant $t = 0$ avec une vitesse nulle, est :

$$x = 2\frac{m}{\varepsilon}\frac{X}{H^2}. \qquad (17)$$

Désignons par d la distance des plateaux. Dans les conditions précisées, c'est-à-dire le fil coïncidant avec la partie antérieure du plateau A, le

1. J. Langmuir : *Physical Review*, 2e série, t. II, p. 450 ; 1913.
2. J. J. Thomson : *Phil. Mag.*, t. XLVIII, p. 547 ; 1899.

courant reçu par le plateau B dépend de la valeur du quotient $\frac{X}{H^2}$. Si $\frac{X}{H^2}$ est inférieur à $\frac{\varepsilon d}{2m}$, aucun des ions issus du filament n'atteindra le plateau B. Si, au contraire, $\frac{X}{H^2}$ dépasse $\frac{\varepsilon d}{2m}$, tous les ions atteindront B. Il existe donc une valeur critique de $\frac{X}{H^2}$ pour laquelle le courant qui va de A à B passe brusquement de zéro à un maximum : désignons-la par $\left(\frac{X}{H^2}\right)_c$. On a évidemment :

$$\frac{\varepsilon}{m} = \frac{2}{d}\left(\frac{X}{H^2}\right)_c. \tag{18}$$

Pratiquement, le courant ne subit pas une variation aussi brusque que l'indique la théorie. Pour de très petites valeurs de $\frac{X}{H^2}$, le courant est sensiblement nul ; il se manifeste pour une certaine valeur de $\frac{X}{H^2}$, croît avec cette dernière, d'abord lentement, puis de plus en plus vite, puis à nouveau lentement, de manière à s'approcher asymptotiquement du maximum final correspondant aux grandes valeurs de $\frac{X}{H^2}$. Cette divergence entre la théorie et l'expérience doit sans doute être attribuée à ce que les ions ne sont pas émis avec une vitesse nulle ; on a pu établir, en effet, que les vitesses au départ varient dans un large intervalle.

Bien que la variation de la courbe qui représente le courant d'ionisation en fonction de $\frac{X}{H^2}$ ne soit pas brusque, ce qui diminue la précision de la méthode de mesure de ε/m, les valeurs obtenues sont suffisamment exactes pour permettre d'établir la nature des ions négatifs.

Les expériences de Thomson fournissent :

$$\frac{\varepsilon}{m} = 8{,}7 \times 10^6 \text{ U.E.M.},$$

valeur du même ordre de grandeur que celles antérieurement obtenues par Wiechert pour les rayons cathodiques, par Lenard pour les rayons de Lenard et par Thomson pour les ions qui s'échappent des métaux sous l'influence de la lumière ultraviolette.

On sait que le quotient ε/m relatif à l'atome d'hydrogène dans l'électrolyse vaut 9.649 U.E.M. Or, un certain nombre d'expériences permettent d'établir que la charge ε transportée par les corpuscules issus des corps incandescents est la même que celle d'un atome monovalent dans l'électrolyse. On peut en conclure que les corpuscules négatifs envisagés ont une masse très inférieure à celle des atomes chimiques : ils ne sont autres que les électrons négatifs qui interviennent dans la structure des atomes, dans les rayons cathodiques, etc.

Par une méthode différente, Richardson[1] a trouvé $1{,}45 \times 10^7$. U.E.M. pour les corpuscules négatifs émis par le platine et $1{,}49 \times 10^7$. U.E.M. pour ceux qui s'échappent du carbone.

III. — L'émission d'électricité positive par les corps incandescents

Les expériences anciennes de Guthrie, et d'Elster et Geitel, ont établi l'existence d'une émission d'ions positifs par les métaux chauffés dans le vide, tout à fait indépendante de la présence d'une atmosphère gazeuse.

§ 1. — Variation de l'émission positive en fonction du temps

Elster et Geitel ont mis en évidence le caractère transitoire du phénomène. Quand on chauffe

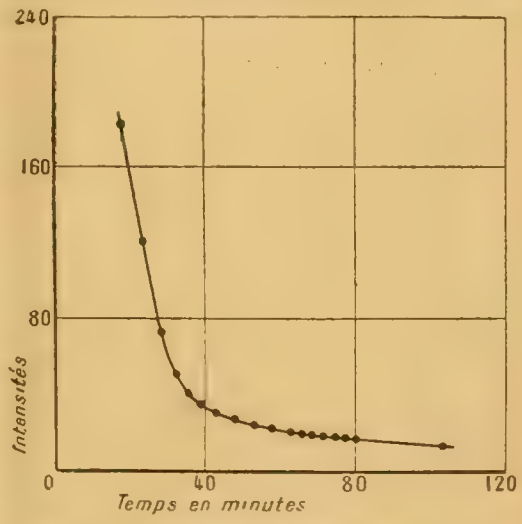


Fig. 5. — *Variation de l'émission positive en fonction du temps.*

pour la première fois un métal dans le vide et qu'on maintient la température constante, l'émission positive, notable au début, diminue progressivement, en sorte que le phénomène semble caractériser quelque propriété exceptionnelle des métaux vierges de tout échauffement dans le vide, mais non le métal lui-même.

La forme de la courbe de décroissance du courant en fonction du temps varie d'un échantillon à l'autre. Elle dépend aussi de la température. La figure 5 en donne l'allure générale : le courant i décroît rapidement au début, puis de plus en plus lentement et s'approche asymptotiquement

1. Richardson : *Phil. Mag.*, t. XVI, p. 740; 1908.

d'une valeur i_0. La variation de i peut être représentée par l'équation :

$$(19) \qquad i - i_0 = Ae^{-kt},$$

A et k désignant deux constantes.

Cette équation pourrait s'interpréter dans l'hypothèse que les ions transportant la portion $i - i_0$ du courant proviennent de la décomposition de quelque substance présente dans le filament, la vitesse d'émission étant proportionnelle à la quantité de substance.

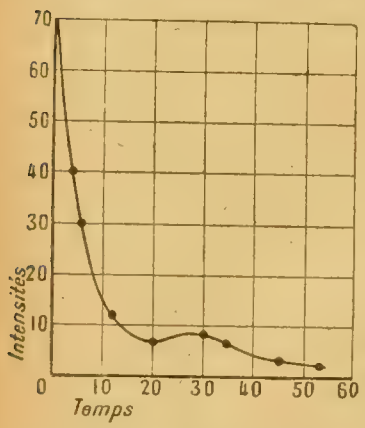


Fig. 6. — *Autre cas de variation de l'émission positive en fonction du temps.*

Souvent, la variation en fonction du temps est plus complexe que ne l'indiquent l'équation (19) et la courbe de la figure 5 : la chute rapide du début est suivie d'une croissance et d'un maximum, après quoi se produit la diminution lente et régulière (fig. 6). Cette variation rappelle celle qu'on observe dans certains phénomènes radioactifs et peut être interprétée, d'une manière assez analogue, par la présence, dans le métal, de deux substances susceptibles de se décomposer en donnant des ions.

§ 2. — Variation du courant avec la force électromotrice

Les courants qui s'établissent, dans le vide, entre un fil incandescent positif et une cathode convenable, sous des forces électromotrices différentes, varient d'une manière très complexe, en fonction de la force électromotrice.

D'après Richardson et Sheard, le courant, pour un filament de platine vierge de tout échauffement antérieur, augmente quand on fait croître la tension de 0 à 5 volts et passe par un maximum vers 5 volts; il diminue ensuite légèrement, croît à nouveau, et demeure proportionnel au potentiel entre 40 à 400 volts. Parfois on n'observe pas de diminution après 5 volts. L'augmentation entre 40 et 400 volts disparaît graduellement à mesure que l'incandescence se prolonge.

§ 3. — Activation d'un filament ayant été longuement chauffé

Un filament métallique qui a perdu la propriété d'émettre des ions positifs par suite d'une incandescence prolongée dans le vide peut être à nouveau activé de différentes manières :

1° *Par distillation.* — Si, au voisinage d'un filament A ayant perdu, par une incandescence prolongée, la propriété d'émettre des ions, on dispose un filament B qu'on rend incandescent après l'avoir porté à un potentiel positif, A demeurant froid, le passage d'un courant thermo-ionique de B vers A redonne au filament A la propriété d'émettre des ions par une nouvelle incandescence. Tout se passe comme si l'émission était due, au moins en partie, à une substance qui distillerait d'un métal sur l'autre.

2° *Sous l'influence d'une décharge lumineuse.* — On rend le filament actif en le disposant dans un tube qui renferme un gaz sous une faible pression et dans lequel on fait passer une décharge lumineuse. L'effet est maximum quand le filament est voisin de la cathode; il devient inappréciable sitôt que le filament en est à quelques centimètres; il disparaît également lorsqu'on dispose un obstacle solide entre le filament et la cathode, ce qui semble indiquer que l'activation se produit grâce à une émanation cathodique.

3° *Par immersion du filament dans un gaz sous une pression élevée.* — Klemensiewicz[1] a constaté qu'un filament recouvre son activité par immersion dans une atmosphère d'hydrogène, d'azote ou d'oxygène sous une pression de 50 à 100 atmosphères et à une température voisine de 100° C. D'où il conclut que l'ionisation initiale d'un filament neuf est due aux gaz occlus.

§ 4. — Variation de l'émission avec la température

Les courants thermo-ioniques fournis par les ions positifs suivent une loi analogue à celle des courants d'électrons :

$$i = AT^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{b}{T}}.$$

La valeur du coefficient b relative à l'émission positive est généralement plus faible que celle correspondant à l'émission électronique.

Si donc les deux émissions pouvaient être comparées sous des températures croissantes, on constaterait que l'émission négative augmente plus vite que l'émission positive. En sorte que, la décroissance de l'émission positive en fonction du temps mise à part, il y a une nouvelle cause qui contribue à rendre l'émission positive négligeable vis-à-vis de l'émission négative, aux températures élevées.

1. Klemensiewicz : *Ann. der Physik*, t. XXXVI, p. 796; 1911.

§ 5. — Charge spécifique et poids atomique électrique des ions positifs

La mesure de la charge spécifique ε/m des ions positifs permet de connaître une grandeur qui lui est liée et qu'on peut appeler le *poids atomique électrique* M des ions. On l'obtient en divisant la charge spécifique d'un élément monovalent de poids atomique unité, soit 9.649 U.E.M., par la charge spécifique ε/m de l'ion envisagé.

Tableau II

SUBSTANCES	Valeurs de $\frac{\varepsilon}{m}$ (en U.E.M. par gr.)	Valeurs de M O = 16
Platine	361	26,8
Palladium	317	30,5
Cuivre	342	28,3
Argent	322	30,0
Nickel	357	27,1
Osmium	395	24,5
Or	206 → 418	47 → 23,1
Fer	726 → 457	13,3 → 21,1
Tantale	186 → 376	52 → 25,7
Tungstène	230	42,1
Laiton	336	28,8
Acier	322	30,0
Nickel-chrome	395	24,5
Carbone	332	29,1

Le tableau II résume quelques résultats obtenus par Richardson et Hulbert [1].

On voit que les ions ne sont ni les atomes ni les molécules des éléments qui leur ont donné naissance. Pour des poids atomiques allant de 12 (carbone) à 192 (platine), les valeurs de M demeurent comprises entre 20 et 30.

L'analogie entre les valeurs obtenues semble indiquer que la majorité des ions provient de quelque impureté commune à tous les métaux, qui n'est ni de l'hydrogène, ni un gaz léger de poids atomique inférieur à 20, car les valeurs de M sont trop élevées. Les ions pourraient être des atomes électrisés de sodium ou de potassium ou des molécules électrisées d'argon, d'oxygène, d'oxyde de carbone.

De nouvelles expériences plus précises ont fourni des nombres tous voisins de 40, en sorte que les seules substances dont la présence soit vraisemblable sont : K + = 39,1, Ar + = 39,9 et Ca + = 40,07.

§ 6. — Quantité d'électricité émise

Comme l'émission d'un filament neuf, chauffé à une température constante, finit par s'annuler, la quantité totale d'électricité libérée a une valeur finie.

1. Richardson et Hulbert : *Phil. Mag.*, t. XX, p. 545.

Neuf filaments de platine ayant chacun 5 cm. de longueur et 0,01 cm. de diamètre, chauffés à diverses températures entre 600 et 800° C., ont mis en liberté environ 10^{-5} coulomb.

Un ruban de 0,01 cm. de largeur, de 1 cm. environ de longueur, pesant 0,055 g. et chauffé à 700°, a fourni 2×10^{-6} coulomb.

Le rapport de la masse de matière émise sous forme d'ions à la masse de platine portée à l'incandescence est de l'ordre de 10^{-7}.

§ 7. — Emission d'ions par les sels chauffés

J. J. Thomson [1] a constaté, le premier, un accroissement très notable de la conductibilité entre des électrodes de platine disposées dans un récipient chauffé et contenant de l'air, quand on recouvre ces électrodes de quelques sels : KI, KCl, NH^4Cl, NaCl. Vers la même époque, Arrhénius a constaté un accroissement dans la conductibilité de la flamme d'un bec Bunsen par l'introduction de différents sels.

Les recherches faites récemment sur le phénomène ont été conduites de la manière suivante : on dispose le sel sur un fil ou une étroite lame de platine constituant l'une des électrodes ; l'autre électrode, maintenue froide, entoure la première. Dans la grande majorité des cas, on n'observe de courant que si le sel chauffé est électrisé positivement. Les courants obtenus semblent devoir être attribués à l'émission d'ions, soit directement par le sel chauffé, soit par l'électrode sous l'influence de la vapeur saline.

Quand on chauffe un sel dans le vide ou dans une atmosphère gazeuse, sous pression constante, le courant de saturation, pour une tension suffisamment élevée, varie avec le temps. Il croît d'abord rapidement, passe par un maximum, après quoi la décroissance suit une loi exponentielle analogue à celle qui régit la décroissance de l'émission pour un métal incandescent et qu'on peut également interpréter en admettant que l'émission est due à la décomposition d'une substance contenue dans le sel.

La variation avec la température, quoique compliquée, parfois, par la production de réactions chimiques, peut aussi s'exprimer par une loi analogue à celle qui régit la variation avec la température des autres courants thermoioniques.

A. Boutaric,
Agrégé de l'Université, Docteur ès sciences,
Chargé d'un cours complémentaire de Physique
à l'Université de Montpellier.

1. J. J. Thomson : *Phil. Mag.*, t. XXIX, pp. 351, 441 ; 1890.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lecornu (Léon), *Membre de l'Institut.* — **La Mécanique. Les idées et les faits.** — *1 vol. in-18 de 304 pages. (Prix : 4 fr. 75, compris majoration temporaire.) Bibliothèque de Philosophie scientifique. Ernest Flammarion, éditeur, Paris,* 1918.

Professeur de Mécanique à l'Ecole Polytechnique, M. Lecornu, Inspecteur général au Corps des Mines, a déjà fait paraître, il y a peu de temps, un traité de Mécanique conforme au programme de son cours et dont les deux premiers volumes sont consacrés à la Mécanique pure. Ils constituent, certainement, à l'usage des ingénieurs, l'une des œuvres les plus complètes, les plus précises et les plus lucides qui aient été publiées dans ces dernières années, et méritent de figurer à côté du grand traité de M. Appell destiné, non plus spécialement aux ingénieurs, mais à l'enseignement supérieur en général.

La nouvelle publication de M. Lecornu n'est pas un extrait ou un abrégé de son traité didactique; c'est une œuvre d'un caractère tout différent, visant une catégorie plus étendue de lecteurs. Ce n'est pas une métaphysique ou une philosophie de la Mécanique, ni, à l'opposé, un manuel de ses applications pratiques. Ce n'est pas, à la façon des œuvres de Dühring ou de Mach, une analyse critique des principes, ou de leur développement historique; enfin ce n'est pas un exposé de Mécanique physique ou expérimentale.

C'est avant tout un résumé explicatif de la Mécanique rationnelle, telle qu'elle s'enseigne habituellement, mais réduite à ses lignes principales, exposé dégagé de tout détail inutile et surtout accompagné de commentaires destinés à faire comprendre l'origine et la portée des lois générales.

Ces lois y sont exposées sans lacunes, mais sans aucun appareil mathématique; l'ouvrage ne contient ni figures ni formules. Tous les théorèmes importants de la Mécanique y sont cependant indiqués, mais énoncées en langage ordinaire; ils n'y perdent rien en précision, et peut-être y gagnent-ils en clarté.

Le livre est ainsi rendu d'une lecture facile, attrayante même, et accessible aux lecteurs de toute catégorie, même à ceux qui n'ont qu'un très mince bagage mathématique. Il peut être lu aussi avec fruit par ceux qui savent déjà, et qui trouveront là l'occasion rare de passer rapidement en revue les définitions et les théorèmes de la Mécanique, dont ils pourront alors mieux suivre l'enchaînement logique, que ne masquent plus les corollaires et les applications.

Ce petit ouvrage est donc élémentaire, sans manquer toutefois de profondeur. Si les formules algébriques sont absentes, l'esprit mathématique n'y fait pas défaut, et règne partout, l'esprit de Lagrange plutôt que celui de Poinsot.

L'auteur ne se présente pas en réformateur de la Mécanique; la science qu'il expose n'est pas la Mécanique de Hertz, encore moins celle des électrons. C'est une vieille connaissance, la Mécanique de nos pères, celle de Newton, de d'Alembert, d'Euler, de Poisson; c'est la Mécanique classique, qui considère les réactions mécaniques des corps matériels au point de vue surtout des relations mathématiques auxquelles elles sont assujetties, mais qui se soucie moins de leur aspect physique et concret.

Ainsi comprise, la Science du mouvement apparaît comme une application de l'Analyse mathématique à un ordre particulier de phénomènes, plutôt que comme une description de ces phénomènes; elle apparaît comme une science rationnelle et exacte plutôt que comme une « philosophie naturelle », c'est-à-dire une science d'observation et d'expérience. Détachée des autres sciences physiques, enseignée de préférence par des mathématiciens, et non pas de purs « mécaniciens », elle est une science à part, sœur de la Géométrie, et n'a pu encore recevoir, malgré quelques tentatives, cette forme positive, cohérente et ordonnée, qui la ferait rentrer dans le cadre de l'Energétique, commun à toutes les sciences physiques et dont elle constitue, cependant, à ce point de vue, le prototype. Elle reste toujours une ancienne construction, faite des additions successives, non complètement refondues, apportées à nos connaissances depuis Archimède, Galilée et Newton.

Appliquée plus volontiers à des corps matériels fictifs, comme la Géométrie l'est aux points, lignes et surfaces, étudiant les solides indéformables ou parfaitement élastiques, les systèmes conservatifs ou réversibles, elle est devenue, malgré les lacunes de la réalité, une science presque achevée et dont les progrès ne sont plus subordonnés qu'à ceux des procédés de calcul. De là son caractère rigoureux, sa forme élégante et symétrique.

Toutefois, M. Lecornu, qui est un ingénieur, ne se laisse pas entièrement absorber par le côté abstrait de la Mécanique classique; il ne néglige pas le côté concret, tout en le subordonnant aux principes généraux. Sous ces principes, il laisse toujours transparaître les conditions et les difficultés d'application, qu'il signale notamment dans son introduction (p. 16-17).

Au reste, une analyse sommaire des matières traitées fera nettement ressortir le caractère réel du nouvel ouvrage.

Il faut dire que M. Lecornu a réalisé presque un tour de force en réussissant à condenser, dans un des petits volumes de la Bibliothèque Le Bon, toute la théorie de la Mécanique, c'est-à-dire toute la matière essentielle d'un gros traité.

Le premier chapitre, très court, sort peut-être un peu du cadre de l'ouvrage; il est consacré à des généralités sur la réalité du monde extérieur, sur les notions d'espace et de temps. M. Lecornu cite surtout Pascal et H. Poincaré, deux esprits qui seraient bien étonnés de se rencontrer. L'auteur, sur des sujets tant discutés depuis l'origine de la philosophie, et spécialement étudiés au point de vue positif par Berkeley, Hume, Stuart Mill, Spencer et d'autres, se réfère au jugement du « sens commun ».

Il est principalement question, dans le second chapitre, de la cinématique des solides indéformables, et de mécanismes spéciaux. Quelques indications y sont données, au début, sur les applications mécaniques de la théorie des quantités scalaires, mais celle des fonctions vectorielles n'est guère rappelée que de nom. Elle n'a pas encore pénétré en France.

Le troisième chapitre présente plus d'intérêt que les précédents. Avec Duhem, l'auteur suit le développement de la Statique, et aussi celui de la Dynamique jusqu'à Newton dont il reproduit les principes dans leur texte original.

Le quatrième chapitre renferme l'exposé des notions fondamentales de la Mécanique tirées, comme d'habitude, des principes de Newton, principes dont M. Lecornu ne modifie que légèrement la forme. Il expose ensuite la notion de liaison dans les systèmes matériels, c'est-à-dire des modes d'association des éléments solides formant le système, puis les principes généraux qui permettent de traiter simplement les problèmes de mouvements relatifs.

Etudiant l'équilibre à la manière ordinaire par la considération de l'action de forces agissant sur un même point matériel — ce qui laisse échapper le cas fondamental des réactions entre corps distincts — il

fait connaître le théorème ou plutôt la méthode de d'Alembert, qui ramène les problèmes de mouvement à ceux d'équilibre.

Le cinquième chapitre se rapporte à la Statique; il y est d'abord question du principe des travaux virtuels, puis de la notion des forces passives, et enfin des déformations élastiques et des déformations permanentes ou résiduelles. M. Lecornu signale, à ce sujet, les intéressantes recherches de M. Rabut et de M. Mesnager sur les procédés de mesure des déformations et des efforts intérieurs.

La Dynamique fait l'objet du sixième chapitre, qui débute par l'énoncé des quatre théorèmes généraux classiques, puis par l'application du théorème de d'Alembert aux systèmes à liaisons.

Sous le nom de Mécanique analytique, emprunté à Lagrange, M. Lecornu fait connaître le procédé de calcul le plus général et le plus symétrique dans le cas des systèmes réversibles. Il donne les équations de Lagrange, et la formule d'Hamilton. Ce sont là les seules formules que contienne l'ouvrage, avec la formule de Weber pour exprimer l'attraction mutuelle des charges électriques en mouvement.

Le chapitre se poursuit par la théorie du pendule composé, et par celle du gyroscope avec ses multiples applications scientifiques et industrielles. Il se termine par la théorie du choc des solides.

A signaler, au cours de ce chapitre, une digression sur l'Energétique, la Thermodynamique et le principe de Carnot. Disons-le, c'est un genre de sujet qui ne gagne pas à être traité sommairement.

Le septième chapitre est réservé à la mécanique des fluides, cette mécanique qui, d'après Denis Papin, devrait différer entièrement de celle des solides, mais que l'on a, jusqu'à présent, rattachée directement à la mécanique des systèmes matériels composés de particules solides. M. Lecornu n'entre pas dans les difficultés spéciales que soulève cette mécanique. Après quelques mots sur les principes bien assis de l'Hydrostatique, il envisage l'Hydrodynamique, mécanique des liquides parfaits dont les problèmes peuvent sinon toujours se résoudre, du moins se poser à l'aide de quatre équations ou groupes d'équations. Le cas particulier et bien étudié des tourbillons d'Helmholtz, et celui du courant permanent qui donne lieu au théorème de Bernouilli, sont les seuls cas signalés.

La mécanique des fluides naturels, objet propre de l'Hydraulique, n'est que très sobrement traitée. Le plus souvent, l'effet de la viscosité des liquides joue dans leurs mouvements un rôle aussi essentiel que celui de la gravité et de la pression. C'est un sujet très spécial qui a été étudié en France, théoriquement par M. Boussinesq, expérimentalement par Bazin, aux travaux desquels se réfère M. Lecornu. Il est dit aussi quelques mots de l'Aérodynamique.

L'avant-dernier chapitre se rapporte aux machines pour lesquelles, tout au moins en sa qualité d'ingénieur, M. Lecornu a une compétence particulière. C'est dire que le sujet est traité avec soin, quoique d'une manière concise. L'auteur insiste surtout sur la régulation des moteurs et décrit les principes de chaque genre de régulateurs et de freins.

Il traite successivement des moteurs animés, avec digression sur la « méthode Taylor », puis des moteurs hydrauliques, des moteurs à vapeur (machines à piston et turbines) et enfin des moteurs à combustion interne (moteur Lenoir, à gaz pauvre, à pétrole, Diesel, moteurs d'aéroplane, etc.).

Quelques considérations très générales sur le caractère des lois naturelles, et sur l'avenir de l'utilisation de certaines sources de richesses ou de certaines organisations (houille, minerai de fer, ciment armé, navigations marine et aérienne) remplissent le dernier chapitre.

En bornant là notre analyse, nous ne donnerions qu'une idée fort incomplète de l'ouvrage dont nous avons à rendre compte.

Il nous faut encore signaler les intéressantes discussions auxquelles, au cours de son exposé, se livre M. Lecornu sur différents points de la Mécanique et de sujets connexes qui ont donné lieu à des divergences d'interprétation.

Nous citerons, entre autres, les questions relatives: au nombre des dimensions de l'espace (p. 6), — à la conception de Minkowsky, concernant la nature du temps (p. 12), — aux conséquences que certains savants étrangers ont tirées de l'association du principe de relativité du mouvement et de l'hypothèse (contraditoire, pour nous) de l'éther (p. 45), — aux observations de Leibnitz sur le principe cartésien de la conservation de la quantité de mouvement (p. 74), — aux modifications à apporter à la notion de masse, pour tenir compte de l'hypothèse des électrons (p. 101), — au degré d'exactitude de la loi d'attraction universelle, aux mécanismes supposés de ce phénomène, à la vitesse de propagation de l'action de la gravité, et aux causes du déplacement du périhélie de Mercure (p. 115-119), — aux actions de contact (p. 115 et 119), — aux concepts opposés de Newton et de Hertz sur la nature des actions moléculaires (p. 129), — à la relativité prétendue de la rotation terrestre, et aux idées de H. Poincaré sur le sujet (p. 135), — aux conceptions diverses touchant la continuité des fluides (p. 146); — aux objections faites à la réalité du frottement de roulement (p. 154); — aux anciennes discussions sur la relation qui existe ou non entre les coefficients de Lamé, λ et μ (p. 167), — aux conséquences de l'application de la théorie de l'élasticité des solides à l'éther (p. 176), — aux applications du théorème des aires, et au mécanisme de la chute du chat (p. 187), — à la mécanique sans forces, de Hertz (p. 189), — à la relation qui existe entre le théorème d'Hamilton et le principe de la moindre action (p. 195), — au principe de Carnot et à la notion d'entropie que M. Lecornu, peut-être sous l'impression de théories nuageuses d'origine étrangère, considère, avec Poincaré, comme une notion « prodigieusement abstraite »! (p. 204), — etc.

Parmi les sujets traités, ceux qui se rapportent aux fondements de la Mécanique ne pourraient être vraiment approfondis qu'à l'aide de considérations d'ordre logique et surtout psychologique. C'est un terrain sur lequel ne se place pas M. Lecornu, qui se contente encore d'invoquer le « sens commun ».

Vis-à-vis de certaines hardiesses, telles que le renversement de nos notions d'espace et de temps ou de la mécanique newtonienne, M. Lecornu, si nous le comprenons bien, reste courtoisement sceptique. C'est une attitude que ne sauraient critiquer ceux qui ne confondent pas les faits positifs et les hypothèses.

G. Mouret,
Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

2° Sciences physiques

Boutaric (A.), *Agrégé des Sciences physiques, Chargé d'un cours complémentaire d'Electricité industrielle à la Faculté des Sciences de Montpellier.* — **Contribution à l'étude du pouvoir absorbant de l'atmosphère terrestre.** (*Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 vol. in-8° de 218 p. avec 49 fig. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1918.

L'influence qu'exerce l'atmosphère sur l'état thermique de notre globe peut être schématisée d'une manière très simple. Pendant le jour, l'atmosphère tamise le rayonnement solaire et en arrête une grande partie. La nuit, elle modère le refroidissement de la surface terrestre. Ces deux actions contribuent à atténuer l'amplitude des variations diurnes de la température.

M. A. Boutaric s'est proposé d'étudier, dans sa thèse, quels sont les facteurs dont dépendent les propriétés régulatrices de l'atmosphère, et de préciser, à ce point de vue, le rôle de la vapeur d'eau et celui des poussières en suspension.

Vapeur d'eau et poussières, agissant respectivement par absorption sélective et par diffusion, influent sur le pouvoir absorbant de l'atmosphère pour le rayonnement solaire, mais l'influence prépondérante appartient aux poussières dont les observations polarimétriques permettent d'apprécier l'importance. Sur le rayonnement nocturne, l'action de ces poussières est insignifiante : de longues séries d'observations simultanées du rayonnement nocturne et de la proportion de lumière polarisée contenue dans la lumière diffusée par le ciel, un peu avant le coucher et un peu après le lever du Soleil, n'ont fait apparaître aucune relation entre les deux ordres de phénomènes; par contre, les observations de l'auteur ont mis en évidence l'influence atténuante très nette de la vapeur d'eau sur le rayonnement nocturne. Voici un résumé des principaux résultats de M. Boutaric :

Dans tous les cas, à moins que les états hygrométriques soient trop différents, les quantités de chaleur reçues à la surface du sol, pour des épaisseurs atmosphériques traversées égales ou voisines, varient dans le même sens que les valeurs de la polarisation. Des variations analogues s'observent dans les milieux troubles constitués par des particules en suspension dans un liquide, lorsque celles-ci ont des dimensions notables vis-à-vis des longueurs d'onde, mais non lorsqu'elles sont de plus faibles dimensions. Les modifications dont l'atmosphère est le siège, et que traduisent les variations de la polarisation et du pouvoir absorbant, portent donc sur des particules dont les dimensions sont au moins de l'ordre des longueurs d'onde. Outre les molécules gazeuses, dont le rôle dans la diffusion a été précisé par Lord Rayleigh, il faut envisager l'existence des poussières qui, suivant l'expression imagée de Crova, contribuent à former la *vase atmosphérique* dans laquelle nous vivons, surtout aux faibles altitudes.

De bonnes courbes horaires des calories relatives à des journées diverses conduisent à des valeurs très différentes de la constante solaire suivant les polarisations atmosphériques qui leur correspondent. On s'explique ainsi les discordances entre les résultats obtenus par les observateurs, même très exercés, qui ont abordé le problème de la détermination de la constante solaire au moyen des seules méthodes pyrhéliométriques.

De nombreuses mesures du rayonnement nocturne aux diverses heures de la nuit, pendant un grand nombre de nuits appartenant à tous les mois de l'année, permettent d'établir ainsi l'allure de ce rayonnement au cours d'une nuit sans nuage : le rayonnement, qui apparaît bien avant le coucher du Soleil, passe par un maximum vers ce moment, puis décroît lentement et régulièrement jusqu'au matin. Ce résultat a été confirmé par l'inscription graphique du rayonnement qu'une surface noire exposée à l'air libre envoie vers les régions voisines du zénith.

Ces résultats ont amené M. Boutaric à rectifier l'interprétation incorrecte qu'on donne généralement du rayonnement nocturne. Le rôle protecteur de l'atmosphère, au point de vue du refroidissement de la surface terrestre, ne tient pas à ce qu'elle intercepte en partie le rayonnement du sol, mais à ce qu'elle émet un rayonnement compensateur. L'intensité du rayonnement nocturne peut donc être considérée comme la différence entre l'émission thermique Q de la surface rayonnante et la quantité de chaleur q que cette surface reçoit de l'atmosphère. L'auteur a pu, en utilisant un petit nombre de données physiques et météorologiques, établir des formules qui fournissent une valeur approchée du rayonnement nocturne et permettent de se rendre compte de ses variations.

M. Boutaric a abordé ensuite l'étude des échanges qui se produisent, pendant le jour, entre le ciel et une surface noire exposée à l'air libre, mais abritée des rayons solaires directs, en se limitant au cas où la portion active du ciel se réduit à une zone restreinte voisine du zénith. Dans ces conditions, le sens des échanges est parfaitement défini : par temps clair, il y a toujours un excès de rayonnement dirigé de la surface noire vers le ciel, même pendant les plus chaudes journées d'été ; l'apparition de nuages augmente le pouvoir diffusif de l'atmosphère et inverse souvent le sens du rayonnement effectif. Ces résultats sont en accord avec les indications de la théorie relativement à l'énergie diffusée par l'atmosphère.

Enfin, l'auteur montre que l'existence d'une couche isotherme dans les régions élevées de l'atmosphère peut apparaître comme une conséquence du pouvoir absorbant de cette atmosphère. Si la température décroissait indéfiniment suivant la loi adiabatique, il n'y aurait pas égalité entre l'émission d'une tranche élémentaire d'air et l'absorption que cette tranche exerce sur les rayonnements de la Terre, du Soleil et du reste de l'atmosphère. Dans ces conditions, l'équilibre ne saurait être réalisé. Il devient possible si l'on admet qu'après avoir diminué suivant la loi adiabatique jusqu'à une certaine altitude, la température *demeure ensuite constante* sur une certaine épaisseur.

Ce bref aperçu permet de saisir toute l'importance des contributions apportées par M. Boutaric à la solution de problèmes qui ont déjà fait l'objet des travaux de nombreux savants.

3° Sciences naturelles

GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE. — **Annuaire et Mémoires du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale française** (1917). — *1 vol. in-8° de 519 p., avec pl. hors texte. Imprimerie du Gouvernement général, Gorée*, 1918. — **Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale française.** *Année* 1918, nos 1 et 2, 334 p. (publication trimestrielle), in-8°. *Emile Larose, Paris.*

Le Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale française, créé en 1915 par le Gouverneur général Clozel, avait publié en 1916 son premier volume *Annuaire et Mémoires*[1] ; il a poursuivi son œuvre par la publication, pour l'année 1917, d'un second volume établi selon le même plan et qui présente une valeur scientifique non moindre que le premier. Les nombreux travaux réunis dans ces ouvrages, érudits et solidement documentés, et tous dus à des spécialistes compétents ayant pu étudier les questions sur place, permettent d'acquérir des connaissances de plus en plus exactes et complètes sur tout ce qui touche principalement à l'histoire, l'ethnographie, la géographie physique et l'histoire naturelle de notre grande colonie, et ces données savantes offrent, à beaucoup de points de vue, des intérêts pratiques notables pour sa mise en valeur et sa bonne administration.

La partie du volume de 1917, consacrée aux mémoires, débute par une série de travaux dus à un de nos plus distingués et actifs géologues de l'Afrique Occidentale française, M. Henry Hubert, dont nous avions déjà signalé ici un des importants ouvrages : *Mission scientifique au Soudan*[2]. Après des aperçus sur les formations géologiques en Guinée portugaise et dans la Gambie anglaise, il donne de précieuses indications sur des espèces minérales qui n'avaient pas encore été signalées en Afrique Occidentale française ou sur lesquelles on possède de nouvelles observations. Ces études ont pu être faites surtout grâce à la création, à Dakar, d'un laboratoire de recherches géologiques où M. Hubert a pu réunir les échantillons récoltés par lui-même ou qui lui ont été procurés. Dans un mémoire suivant, M. Henry Hubert expose les résultats des recherches hydrologiques qu'il a été chargé de faire dans la région de Cambérène (presqu'île du Cap-Vert) pour l'alimentation de Dakar, et de ces études il tire une conséquence d'un

1. *Revue gén. des Sciences*, 15 avril 1917, p. 218.
2. *Ibid.*, 15 mai 1917, p. 282.

haut intérêt pratique : c'est l'établissement d'une méthode susceptible de quelque généralisation dans ces régions pour la reconnaissance et l'utilisation des eaux souterraines. Il étudie ensuite les causes de la variation de la déclinaison magnétique.

Toute une autre série de mémoires se rapporte à des questions qui touchent à la mise en valeur de la terre et pour celles-ci en particulier nous voyons quel précieux concours les recherches scientifiques apportent à leur solution. Plusieurs de ces mémoires sont dus encore à un spécialiste compétent, M. J. Lemmet, ingénieur agronome, inspecteur d'agriculture des colonies. Comme chimie agricole il a étudié le dosage de l'acide cyanhydrique dans des échantillons de haricots provenant de la Côte d'Ivoire. Ayant été chargé par le gouverneur général d'études agrologiques et en même temps économiques, dans la vallée du Moyen Niger, il a, avec son collègue M. Vitalis, donné dans ce volume des travaux sur la mise en valeur de cette région et sur les essais de cultures irriguées qui peuvent y être entreprises. Dans le même ordre d'idées nous trouvons des travaux d'économie agricole de M. Henri Leroide, inspecteur de l'agriculture, sur la culture du cotonnier à la Côte d'Ivoire, et de M. Jean Aldigé, inspecteur de l'élevage, sur l'amélioration des bovidés du Sénégal.

Une large place est faite dans ce volume comme dans le précédent à tout ce qui concerne la vie et les mœurs des populations : linguistique, folklore, ethnographie. Là nous relevons une étude sur l'origine du mot « Toubab », en usage chez certains peuples pour désigner les Européens, qui est due à l'érudit vice-président du Comité, M. Maurice Delafosse, aujourd'hui gouverneur des colonies. Là nous retrouvons encore le nom de l'infatigable administrateur Henry Hubert en tête d'un article sur les coutumes indigènes en matière d'exploitation de gîtes aurifères. Une curieuse note sur la géophagie à la Côte d'Ivoire a été donnée par M. Gaston Joseph, administrateur des colonies, et au folklore nous pouvons rattacher sa notice zoologique sur un singulier lémurien, l'hyraxe ou daman d'arbre.

Nous ne pouvons tout citer et de même passerons-nous rapidement sur les mémoires d'archéologie et d'histoire, qui sortent davantage du cadre de la *Revue*, mais en observant cependant que des articles comme celui du Dr P. Jouenne sur les monuments mégalithiques au Sénégal, ou qui traitent de l'histoire ou des traditions de peuples indigènes, se rattachent de très près à l'ethnographie. La partie du volume consacrée à la bibliographie complète très utilement, par le nombre et le choix des travaux enregistrés, la richesse de sa documentation.

Pour l'année 1918, une transformation de la publication du Comité d'Études a été décidée. Afin de rendre son œuvre plus vivante et de répandre plus rapidememt les résultats des études faites, le Comité a décidé de la transformer en un *Bulletin* trimestriel, sans changer d'ailleurs le cadre général de l'œuvre. Dans les numéros qui ont paru, nous retrouvons toujours à la fois d'importantes études scientifiques et historiques.

M. P. Louise, ingénieur, a présenté des considérations sur le littoral des environs de Saint-Louis, M. Henry Hubert a donné un tableau de l'état actuel de nos connaissances sur l'atmosphère, le sol et le sous-sol de l'Afrique Occidentale ; MM. J. Lemmet et Scordel font une étude agrologique de la vallée du Bas-Sénégal, M. Etesse traite du reboisement au Sénégal, le Dr André Léger de la spirochétose sanguine animale découverte à Dakar. Parmi les sujets se rattachant à l'histoire, nous trouvons entre autres la fin de l'étude du Dr Jouenne sur les monuments mégalithiques du Sénégal, les mémoires du colonel Mangeot et de M. Paul Marty sur les Touareg de la boucle du Niger. Ainsi, grâce à la variété des articles et à l'autorité des auteurs, le nouveau *Bulletin* continue à nous apporter cette précieuse contribution à la connaissance scientifique de l'Afrique Occidentale qui répond au programme si utile du Comité d'Études.

G. Regelsperger.

Henderson (Lawrence J.), *Professeur-adjoint de Chimie biologique à l'Université de Harvard.* — **The Order of Nature. An Essay** (L'Ordre de la Nature. Essai). — *1 vol. in-8° de 234 pages. Cambridge : Harvard University Press ; London : Humphrey Milford ; Oxford University Press*, 1917.

L'une des principales lacunes de notre science moderne est, dit l'auteur dans sa préface, l'absence d'une étude systématique de l'*adaptabilité*. Le problème de l'adaptabilité n'est, au fond, qu'un problème physique et chimique que l'énigme de la vie vient compliquer ; il relève donc de la science physique, et c'est d'elle seulement que l'on peut espérer voir venir sa solution.

Le premier chapitre du livre est consacré à poser qu'il existe dans la nature un ordre dont l'*apparence téléologique* est indéniable ; dans les trois chapitres suivants, M. L. J. Henderson examine comment, par Aristote d'abord, par les philosophes du XVIIe siècle (F. Bacon-Descartes-Leibniz) ensuite, et par ceux du XVIIIe siècle (Hume-Kant) enfin, fut compris et interprété le caractère téléologique de l'ordre de la nature.

A cette partie historique et d'un très grand intérêt fait suite une étude analytique de la question, examinée d'abord au point de vue biologique particulier, puis à celui des phénomènes naturels généraux, enfin à celui de l'évolution au sens large.

La question ainsi considérée sous toutes ses faces, il s'agit maintenant d'essayer de la résoudre. L'explication de l'apparence téléologique de l'ordre de la Nature doit être recherchée dans les combinaisons diverses des propriétés caractéristiques et des activités des trois principaux éléments (quatre, si l'on tient compte de l'azote dont le rôle n'est que secondaire par rapport aux autres, en ce qui concerne tout au moins le monde inorganique) : hydrogène, carbone et oxygène.

Le neuvième chapitre est consacré à une étude des propriétés et des activités diverses de ces trois éléments, et cette étude conduit l'auteur, dans le dixième chapitre, à un essai de réponse à la question qu'il a posée au début. Des propriétés de l'hydrogène, du carbone et de l'oxygène, de leurs activités particulières résulte en effet un ensemble de conditions qui impliquent le processus évolutif et aboutissent à un état qu'avec notre manière de penser nous considérons comme une *téléologie* de la Nature.

Le livre de M. J. L. Henderson, substantiel au point qu'il défie l'analyse, au moins si l'on veut l'approfondir, possède d'autre part un ensemble de qualités dont la rencontre est exceptionnelle : en le parcourant, les mathématiciens, les physiciens, les chimistes, les biologistes, les philosophes se retrouveront, en effet, chacun dans son domaine particulier, et reconnaîtront dans l'auteur un habitué de leur science et de leurs spéculations.

Ce qu'il faut, à mon sens, par-dessus tout considérer dans cet ouvrage, c'est la tendance d'esprit hautement généralisatrice de l'auteur, l'intrépidité de son raisonnement, et surtout l'enseignement qu'il donne indirectement aux savants de nos jours en leur montrant par son exemple que la science ne commence qu'avec la synthèse que notre raison fait de ses matériaux. J'estime avec M. L. J. Henderson que la séparation, si profonde aujourd'hui, des philosophes et des scientistes ralentit et entrave la marche et le mouvement de la pensée.

R. Anthony.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Février 1919

M. **D. Berthelot** est élu membre de la Section de Physique en remplacement de M. E.-H. Amagat, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Faure** : *Sur la force gyroscopique des fluides.* L'auteur expose une illustration des effets gyroscopiques dans le but de les rendre plus accessibles à l'imagination. Sa méthode montre que l'action de ces forces sur les fluides est une reproduction matérielle des phénomènes électromagnétiques, et que la théorie des machines gyroscopiques est la répétition de celle des machines électriques. — M. **Al. Véronnet** : *Température centrale du Soleil.* Si l'on applique à une masse comme le Soleil la loi des gaz réels, en admettant que la température croît depuis la surface du noyau jusqu'au centre, de façon à y maintenir la densité uniforme et égale à celle de la surface du noyau, la température ainsi réalisée au centre, et sur chaque couche, est la température maximum compatible avec l'équilibre physique. L'auteur déduit de ses calculs, comme valeur probable du maximum de la température centrale du Soleil, 12.600°, soit le double de la température superficielle. — M. **Em. Belot** : *L'organisation économique des transports industriels automobiles dans une grande ville.* L'auteur, ayant eu à organiser un service de transports industriels par camions automobiles à Paris, y a appliqué le *principe de continuité*, qui conduit à la recherche de la suppression de toute discontinuité dans la circulation des matières. Pour qu'un camion de charge utile C ait l'utilisation maxima, il faudrait qu'il ne fût jamais arrêté, ce qui exigerait théoriquement un nombre n infini d'ouvriers occupés au chargement et déchargement à chaque extrémité de course. Pratiquement, le problème à résoudre est le suivant : trouver le nombre d'ouvriers n à occuper au chargement et déchargement, tel que le prix de revient R par tonne transportée soit minimum. Si l'on transporte tous les ouvriers avec le camion, l'auteur trouve que le minimum de R correspond au nombre d'ouvriers

$$n_1 = \sqrt{\frac{P}{p}\frac{C}{T}},$$

où P est le tarif forfaitaire par journée de 10 h. en cas de location du camion, p le salaire journalier d'un ouvrier et T le nombre de tonnes chargées et déchargées à l'heure par chacun d'eux.

2° Sciences physiques. — M. **J. Renaud** : *Difficultés rencontrées dans l'étude des grains par suite de l'incertitude sur l'heure des observations.* La principale difficulté rencontrée par le Service de la Météorologie maritime en dépouillant les observations faites en France au cours de ces dernières années a été de savoir si, dans certaines stations, les instruments enregistreurs avaient été réglés sur l'heure normale (temps moyen de Greenwich), ainsi que le prescrivent les instructions, ou sur l'heure d'été que doivent marquer les horloges publiques. Il paraîtrait nécessaire d'adopter dans les stations un système de notation de l'heure qui ne puisse donner lieu à aucune incertitude. — M. **A. Sanfourche** : *Le cycle d'oxydation du bioxyde d'azote en présence d'eau.* 1° L'oxydation du bioxyde d'azote en présence d'eau a pour intermédiaire l'anhydride azoteux et non le peroxyde d'azote; il en résulte que le cycle comporte la régénération périodique de 2/3 de bioxyde d'azote. 2° L'anhydride azoteux est oxydé par l'acide nitrique de concentration suffisante avec formation de peroxyde d'azote et d'eau; cette réaction est limitée par la réaction inverse. 3° La conséquence de ces faits est qu'il doit s'établir un équilibre pour une certaine concentration en acide nitrique, que les expériences de l'auteur ont montré être 50 °/₀. En effet, dans l'industrie, c'est autour de cette teneur qu'oscille l'acide nitrique récupéré dans les colonnes ou fabriqué par le procédé des tours. — M. **E. Léger** : *Sur les oxydihydrocinchonines α et β et leur rôle dans la production de certains isomères de la cinchonine.* Il résulte des recherches de l'auteur que la soi-disant β-oxycinchonine doit être considérée comme un produit d'addition de H^2O à la cinchonine. La fixation ne peut se faire que sur la double liaison du groupe $CH^2 = CH -$, qui devient $CH^3 - CHOH -$. — MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey** : *Application des méthodes biochimiques à l'étude des feuilles d'*Hakea laurina. Les feuilles d'*Hakea* renferment d'abord du sucre de canne, ce qui est la règle pour toutes les Phanérogames; puis deux glucosides hydrolysables par l'émulsine, dont l'un est identique à l'arbutine; enfin un principe lévogyre non hydrolysable, qui est constitué par de la québrachite.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Joleaud** : *Sur les migrations des genres* Hystrix, Lepus, Anchitherium *et* Mastodon *à l'époque néogène.* Le genre *Hystrix*, rongeur originaire de l'Amérique du Sud, a émigré en Afrique et en Europe par une ligne de terres émergées à travers l'Atlantique central, probablement au Pontien. Ce serait à l'Astien qu'aurait émigré en Europe le genre *Lepus*, originaire aussi du Nouveau Monde. Le genre *Anchitherium* a immigré de l'Orégon en Chine, du début à la fin du Miocène, en passant par le bassin du Mississipi, les terres atlantiques et l'Europe. En même temps se produisait une migration en sens inverse : les Mastodontes, qui sont originaires d'Egypte, passaient d'abord en Berbérie, puis aux Etats-Unis, au Burdigalien. — M. **G. Petit** : *Remarques sur la morphologie du centre phrénique des Mammifères.* Dans ses recherches sur les différents ordres de Mammifères, l'auteur a constaté des variations de forme et des variations de dimensions, souvent considérables, du centre phrénique. Ainsi il ne peut être question, comme le voulait Le Double, de lui attribuer une forme définie constante, des limites invariables, d'établir en somme pour le centre phrénique un type morphologique. — MM. **Ch. Richet**, **P. Brodin** et **F. Saint-Girons** : *Des phénomènes hématiques dans l'anaphylaxie et l'anti-anaphylaxie (crise hémo-anaphylactique).* Trois faits nouveaux résultent des expériences des auteurs : 1° le sang se modifie profondément dans l'anaphylaxie par l'apparition précoce d'hématies nucléées, celles-ci provenant sans doute des organes hématopoïétiques, altérés ou stimulés; 2° la concentration du sang augmente; 3° la formule leucocytaire varie, les polynucléaires disparaissant pendant un temps relativement long. — MM. **Boguet** et **L. Nègre** : *L'infection, la sensibilisation et l'immunisation dans la lymphangite épidémique des Solipèdes.* 1° L'inoculation sous-cutanée d'une culture de cryptocoques chez le cheval neuf détermine l'apparition d'un nodule qui s'abcède et guérit sans généraliser; 2° L'extension et la généralisation de la lésion primitive sont provoquées par les réinoculations de ces microbes; 3° Sur l'organisme sensibilisé par une première inoculation, l'incubation du nodule de réinfection est plus courte que celle du nodule primitif. 4° Les animaux atteints de lymphangite naturelle ou expérimentale s'immunisent lentement. L'immunité n'est complète que 50 jours après la première inoculation.

Séance du 3 Mars 1919

M. **L. Fabry** est élu correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. Backlund, décédé.

1° Sciences physiques. — MM. **L. Dunoyer** et **G. Reboul** : *Sur la prévision des variations barométriques : vents d'appel pour les dépressions.* Les auteurs formulent la règle suivante : Lorsqu'il y a, dans le voisinage d'une dépression, une zone de vents dont les directions, sensiblement parallèles, viennent de l'intérieur de la dépression, et en particulier de sa région centrale, cette dépression est appelée sur la région que couvre la zone de vents. Cette règle est beaucoup moins générale que celle des « vents divergents » de Guilbert, mais elle est d'une application et d'un contrôle beaucoup plus faciles. Son coefficient moyen de certitude est de 0,70 ; il est plus élevé en hiver qu'en été. — M. **G. Guilbert** : *Sur les anomalies de la station météorologique de Skudesness (Norvège).* Les vents de Skudesness précèdent presque toujours l'arrivée d'une bourrasque océanienne sur les côtes de l'Europe, du Portugal à l'Islande, mais principalement de la Bretagne au nord de l'Ecosse. Ces vents n'amènent cependant aucune hausse barométrique consécutive : la vitesse exagérée des courants d'entre S. et E. à Skudesness est le plus souvent en rapport direct avec l'intensité de la bourrasque, existante ou non, qui doit venir. — M. **E. Ariès** : *Application à huit substances différentes de la formule qui exprime la chaleur de vaporisation d'un liquide.* L'auteur a appliqué la formule qu'il a trouvée antérieurement pour la chaleur de vaporisation d'un liquide aux 8 corps suivants, rangés dans l'ordre de leur atomicité : CO^2, NH^3, chlorure stannique, formiate de méthyle, pentane, hexane, heptane et octane. Si l'on tient compte des incertitudes qui pèsent encore sur les données expérimentales, notamment en ce qui concerne la pression critique, la comparaison des valeurs calculées et observées est aussi satisfaisante que possible, notamment pour les trois premiers corps.

2° Sciences naturelles. — M. **D. Faucher** : *Contribution à la détermination des niveaux lacustres de la basse vallée du Vardar.* L'auteur estime d'après ses recherches que les phénomènes lacustres et fluviatiles se sont succédé de la manière suivante dans la basse vallée du Vardar : 1° invasion lacustre au niveau de 580-590 m. ; 2° retrait des eaux lacustres et phase d'érosion fluviatile jusque vers 530-540 m. ; 3° transgression lacustre à cette altitude ; 4° régression lacustre et phase d'érosion fluviatile jusqu'au voisinage de 400 m. ; 5° transgression lacustre à cette altitude. Trois niveaux au moins de calcaires lacustres se sont déposés depuis la terrasse égéenne de 670-680 m. décrite par Cvijic. — M. **S. Stefanescu** : *Sur les sections transversales des lames des molaires d'*Elephas africanus. Ses observations sur ces lames conduisent l'auteur à admettre que les ancêtres d'*Elephas africanus* sont issus directement des Mastodontes bunolophodontes à collines dentaires formées de deux tubercules congénères non alternes, et qui, par conséquent, appartiennent à une branche différente de celle du *Mastodon arvernensis.* — Mme **D. Cebrian de Besteiro** et M. **Michel-Durand** : *Influence de la lumière sur l'absorption de matières organiques du sol par les plantes.* Les auteurs ont constaté que le Pois, plante héliophile, qui ne peut adapter son assimilation chlorophyllienne aux éclairements faibles, est également incapable d'augmenter le pouvoir absorbant de ses racines de façon à leur permettre de puiser dans le sol une plus grande quantité de carbone organique. Il n'y a donc pour cette plante ni parallélisme, ni compensation entre l'absorption du carbone par les feuilles vertes dans le gaz carbonique de l'air et l'absorption du carbone organique par les racines dans le sol. — M. **J. Eriksson** : *Etudes biologiques et systématiques sur les* Gymnosporangium *suédois.* En Suède, on rencontre sur le *Juniperus communis* deux espèces de *Gymnosporangium* : les *G. clavariæforme* et *tremelloides.* Le premier croît sur le Genévrier commun ; l'æcidium de la forme suédoise du champignon se développe sur les feuilles aussi bien que sur les branches et les fleurs des *Cratægus.* Le second vit sur le même arbuste ; l'æcidium se développe sur le *Pyrus Malus.* — M. **F. Maignon** : *L'étude du mécanisme de l'action des graisses dans l'utilisation et l'assimilation des albuminoïdes.* Pour l'auteur, les graisses exercent une action favorable sur l'assimilation de l'albumine en intervenant dans la reconstitution synthétique des molécules protéiques. L'expérimentation physiologique corrobore pleinement les conclusions des travaux de Maillard sur le rôle de la glycérine dans la protéogénèse, comme agent de condensation des acides aminés.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 *Février* 1919

M. **Darier** est élu membre de l'Académie dans la Section de Pathologie médicale. — M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **R. Blanchard**, Secrétaire annuel.

Séance du 18 *Février* 1919

A la suite de la communication de M. Martel sur *la recrudescence de la rage* dans la région parisienne (voir p. 158), l'Académie, après discussion, émet les vœux suivants : 1° que l'attention du législateur et des pouvoirs publics soit appelée sur une situation sanitaire dont la gravité est notoire et progressive ; 2° que dans les villes ou dans les campagnes les services de capture fassent diligence pour envoyer en fourrière, à toutes fins utiles, tout les chiens qui errent ou qui vagabondent ; 3° qu'un appel pressant soit fait à la population en vue d'obtenir son concours pour l'application stricte de toutes les mesures capables de faire disparaître la rage, notamment de la tenue en laisse de tous les chiens sur la voie publique. 4° L'Académie estime, en outre, que le port de la médaille, qui a donné les meilleurs résultats pour combattre la rage, tant à l'étranger qu'en certaines villes de France, soit imposé comme établissant d'une manière certaine la responsabilité du propriétaire du chien. — M. **A. Chauffard** : *La réactivation tuberculinique de l'érythème noueux.* L'auteur cite des faits qui prouvent la réactivation possible du processus complet de l'érythème noueux par la tuberculine et, chez le syphilitique virulent, par le novarséno-benzol à dose forte, ce qui démontre que les arthralgies, aussi bien que les éléments éruptifs, dérivent de la toxi-infection bacillaire. De même que la nodosité érythémateuse est un véritable *tuberculinôme*, les déterminations articulaires associées sont un pseudo-rhumatisme toxi-infectieux en rapport direct avec la tuberculose. Toute la maladie, dans l'ensemble de ses éléments constitutifs, reconnaît une seule et même pathogénie. — M. **Th. Tuffier** : *Les blessés et l'aviation dans les marches du Sahara.* L'auteur rapporte le cas d'un officier blessé au sud du Tafilalet qui a pu recevoir après quelques heures, aussi vite que sur le front français et presque aussi rapidement qu'à Paris, les soins de chirurgiens qualifiés, venus par avions de guerre de plus de 300 km. Son état s'aggravant, il a pu, lui-même, être transporté par un avion de guerre sur un centre où la radiologie permettait de repérer le corps étranger, de préciser le diagnostic, et où l'installation assura l'efficacité du traitement nécessaire. L'aviation sanitaire a rendu service dans bien d'autres cas au Maroc, dans le Sud oranais et dans le Sahara, et paraît appelée à se développer beaucoup dans ces régions. — M. **R. Anthony** : *Le développement des plissements du cerveau chez les Singes anthropoïdes* (voir p. 150).

Séance du 25 *Février* 1919

M. le Président annonce le décès de M. **A. Chantemesse**, membre de l'Académie, et de M. le Dr **Henrot**, correspondant national. — M. **Ch. Achard** est élu Secrétaire annuel et M. **Louis Martin** membre titulaire dans la Section de Thérapeutique et d'Histoire naturelle médicale.

M. **Cadiot** : *Sur le cancer de la langue et sur celui des*

lèvres chez les animaux. L'auteur montre que les cancers de la langue et des lèvres sont excessivement rares chez les espèces animales, malgré les continuelles irritations exercées chez quelques-unes d'entre elles par le mors ou le filet. Cette rareté tient, pour l'auteur, surtout à l'inexistence, chez les animaux, de la maladie spécifique (syphilis) qui est la grande cause favorisante de ces cancers chez l'homme. — M. **L. Moreau** : *Fréquence de la tuberculose pulmonaire chez les représentants des races colorées importées en France. Observations radiologiques.* Il ressort des observations de l'auteur que les races colorées, dont il a pu étudier des échantillons aussi nombreux que variés, sont très fortement entachées de tuberculose, cette affection étant d'autant plus difficilement décelable par la seule investigation clinique que l'état général des sujets ne semble pas, pendant une longue période, notablement modifié. Mais les conditions climatiques nouvelles de leur émigration, le surmenage physique auquel on les soumet (surmenage relatif, étant donnée la nonchalance de ces races), les modifications du régime alimentaire sont autant de causes qui expliquent l'évolution rapide, sur des organismes ainsi perturbés, de tuberculoses cliniquement latentes, quoique marquées d'indéniables stigmates radiologiques (cavernes muettes, pleurites interlobaires, énormes adénopathies médiastino-hilaires). Ces états expliquent également que la grippe à forme bronchopulmonaire ait trouvé dans les camps de travailleurs coloniaux un terrain extrêmement favorable, avec issue rapidement fatale.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Février 1919

M. **A. Vernes** : *Hyperimmunité foudroyante.* Le lapin vacciné contre les globules de mouton acquiert une immunité qui dépasse le but, si l'on injecte une trop grande quantité d'érythrocytes : l'animal est foudroyé par la propriété qu'il acquiert de détruire trop rapidement les globules ennemis. — M. **G. Marinesco** : *Recherches histologiques sur les oxydases.* La présence des oxydases dans les centres nerveux est mise en évidence par la réaction de von Gierke et Graff. Les oxydases existent dans presque toutes les glandes examinées : hypophyse, thyroïde, foie, rein, rate, etc., et à ce point de vue il y a une différence à établir entre les animaux à sang chaud, les homéothermes, et hétérothermes. Chez ces derniers, la réaction est manifeste surtout dans le muscle cardiaque, elle est très faible dans les autres muscles où l'on trouve beaucoup de substances osmioréductrices. — MM. **A. Mayer** et **G. Schaeffer** : *Rôle de l'arginine et de l'histidine pour la culture du bacille tuberculeux.* Les recherches récentes ont montré que l'équilibre et la croissance des organismes supérieurs ne sont possibles que si l'on couvre leurs besoins azotés par une quantité donnée d'acides aminés qualitativement indispensables. Parmi ceux-ci sont l'histidine et l'arginine. La notion d'acides aminés indispensables dépasse en généralité le cas des organismes supérieurs. Elle s'étend à la nutrition des microbes. Un travail de MM. Armand-Delille, André Mayer, Schaeffer, Terroine, a montré que le bacille tuberculeux donne une culture maxima sur un milieu contenant, comme éléments azotés, un acide mono-aminé et soit de l'histidine ou de l'arginine, soit un des extractifs du bouillon. Or on sait que la carnosine est la β-alanyl-histidine ; la créatine renferme sans doute le noyau guanidine. Le noyau imidazolique et celui de la guanidine paraissent donc indispensables au bacille tuberculeux comme aux organismes supérieurs. — MM. **Le Moignic, Sézary** et **Demonchy** : *Action thérapeutique du lipo-vaccin antigonococcique.* On injecte de sept à trente milliards de gonocoques. Dans la grande majorité des cas d'uréthrite aiguë, les symptômes douloureux cèdent rapidement ; l'écoulement disparaît en huit ou quinze jours. La goutte résiduelle ou la sérosité virulente qui peuvent persister disparaissent ensuite rapidement sous l'action d'une ou deux injections de nitrate d'argent. L'évolution est donc notablement raccourcie. De plus, chez les malades qui n'ont pu être suivis jusqu'au bout, l'affection n'est jamais passée à la chronicité. L'action du lipo-vaccin sur l'orchi-épididymite est rapidement frappante. — M. **R. Porak** : *Relation de la cholestérinémie et du pronostic, dans certaines conditions cliniques et expérimentales.* L'auteur montre que, dans la syphilis initiale, comme dans le paludisme primaire, le taux de la cholestérinémie tombe d'autant plus que le pronostic est plus grave. Après un mois de traitement par le néosalvarsan, la cholestérinémie du syphilitique atteint ou dépasse le taux normal. La cholestérinémie ne varie pas à la suite d'une courte anesthésie à l'éther ou au chloroforme. Lorsque l'intoxication chloroformique est prolongée, la cholestérinémie baisse. La même corrélation entre la cholestérinémie et la gravité de la maladie s'observe dans la grippe (à l'exception des formes suraiguës que l'auteur oppose aux pernicieuses palustres). — M. **Ed. Retterer** : *Du mode d'ossification des cartilages du larynx.* S'effectuant chez les individus adultes, leur ossification procède comme celle des cartilages articulaires de l'adulte. Les cellules cartilagineuses prolifèrent et produisent des cellules plus petites et entourées d'un halo hématoxylinophile. C'est dans les mailles et aux dépens de cette masse que s'élabore la substance éosinophile du tissu osseux, pendant que le noyau et le cytoplasma deviennent cellule osseuse. — M. **E. Laguesse** : *Sur l'histogenèse du tissu conjonctif dans l'embryon humain.* L'auteur a observé un mode de formation des fibres conjonctives par groupement, rassemblement et resserrement des fibrilles. C'est un mode qui n'exclut aucunement le mode le plus fréquent par accroissement considérable de volume, puis clivage de fibrilles isolées. Ce processus apparaît côte à côte avec le premier dans les fibres moyennes.

Séance du 22 Février 1919

M. **Marcel Rhein** : *Sur la production d'indol par le bacille de Pfeiffer.* Grâce à l'emploi d'une technique spéciale, l'auteur peut démontrer que le bacille de Pfeiffer produit de l'indol, sur gélose au sang, en culture mixte avec des microbes adjuvants, sur gélose de Levinthal en culture pure. Le pouvoir indologène ne paraît se conserver que sur les milieux où le bacille pousse en abondance. — M. **E. Retterer** : *Processus de l'ostéogenèse.* Quand le tissu conjonctif produit du tissu osseux, la cellule conjonctive commence par proliférer, puis elle donne naissance à des cellules vésiculeuses devenant plus tard osseuses. Lorsque le tissu osseux se développe dans le cartilage, deux cas se présentent : *a*) lors de l'accroissement rapide des segments squelettiques, les cellules cartilagineuses produisent des éléments cartilagineux hypertrophiés ; *b*) pour les cartilages à croissance faible, la cellule cartilagineuse prolifère, mais ne s'hypertrophie point avant de se transformer en cellule osseuse. — MM. **Bossan** et **Guieysse-Pellissier** : *Recherches sur la pénétration d'une substance médicamenteuse dans le poumon sain ou tuberculeux par injection trachéale.* Sur des lapins sains ou tuberculeux, une substance médicamenteuse dissoute dans de l'huile est injectée dans la trachée. L'huile est recherchée sur des coupes après action de l'acide osmique. Chez le lapin sain, l'huile se répand dans toute la hauteur du poumon et peut être retrouvée dans les alvéoles six heures après. Chez le lapin tuberculeux, on la retrouve dans l'intérieur des nodules et des cavernes. — MM. **P. Brodin, G. Loiseau** et **F. Saint-Girons** : *Pouvoir antitoxique du sérum et du plasma chez les chevaux producteurs de sérum antitétanique et antidiphtérique.* Des recherches effectuées par les auteurs sur le sang de 8 chevaux antitétaniques et de 2 chevaux antidipthériques, il résulte que sérum et plasma ont exactement le même pouvoir antitoxique. Des recherches parallèles, faites à leur demande par M. Nicolle sur le sang de chevaux immunisés contre pneumocoque, ont montré que sérum et plasma ont également le

même pouvoir agglutinant. — MM. **A. Besson, A. Ranque** et **Ch. Senez** : *Sur la vie du colibacille en milieu glucosé.* Le cycle de la vie en milieu sucré s'observe pour le colibacille cultivé dans un milieu contenant 4 grammes ou plus de glucose par litre, sans que les quantités supérieures aient une importance sur les phénomènes caractéristiques. Si la dose de sucre est inférieure à 4 grammes, le microbe vit le cycle de la vie en milieu sucré jusqu'à l'épuisement du glucose, puis il vit secondairement de la vie ordinaire dans les milieux non sucrés. — M. **A. Benoit** : *Ration alimentaire d'azote.* L'auteur a eu l'occasion d'observer quantitativement le régime strict d'un camp d'officiers russes prisonniers en Allemagne. Avec 1,700 calories et 7 à 8 grammes d'azote par jour, la santé et l'activité se sont maintenues malgré un amaigrissement notable. La proportion d'acides aminés était conforme aux nécessités physiologiques connues. — M. **J. Mawas** : *De l'emploi de l'hématoxyline pour la recherche du fer dans les tissus.* L'hématoxyline pure en solution aqueuse à 0,5 % est un excellent réactif pour déceler le fer dans les tissus. Pour que la réaction se produise, il est nécessaire que les tissus soient bien imprégnés de fer. L'opinion de Macallum, qui base sur la réaction à l'hématoxyline la division des composés organiques du fer, est par trop absolue. L'inconvénient de l'hématoxyline est son affinité pour la chromatine des noyaux, qui se colore de la même façon que le fer. L'auteur décrit en détails la technique qu'il emploie. — M. **A. D. Ronchese** : *Procédé de conservation de l'activité du complément.* En ajoutant au sérum de cobaye 0,04 gr. de fluorure de sodium bien neutre par centimètre cube, ou plus simplement en le saturant de ce sel, on conserve un complément suffisamment actif pendant plus de deux semaines. Le mélange est en outre impropre aux développements microbiens. Le titre baisse des deux tiers en quinze jours. Au moment de l'emploi, il suffit d'ajouter à un volume de complément saturé de fluorure, cinq volumes d'eau distillée pour avoir du complément dilué à 1/6 en solution isotonique. — M. **P. Remlinger** : *Immunité héréditaire contre la rage.* Chez le lapin, le rôle du père est nul; celui de la mère, peu marqué. Même si on se place dans les conditions les plus favorables (animaux complètement réfractaires), les petits succombent toujours à l'inoculation sous-dure-mérienne, presque toujours à l'inoculation intra-oculaire et ne se comportent guère mieux que les témoins à l'égard des inoculations intra-musculaires et sous-cutanées. L'immunité relevée chez quelques portées est si légère, si irrégulière qu'elle est pratiquement négligeable. — MM. **M. d'Oelsnitz** et **L. Cornil** : *Etude oscillométrique des réactions vasomotrices d'un segment de membre après compression à la bande d'Esmarch.* Immédiatement après suppression de la bande, on a constaté, chez 9 sujets sur 20, dans le segment du membre sous-jacent (avant-bras), une augmentation de l'indice oscillométrique variant entre les proportions extrêmes de 1 1/4 et 5 suivant les cas, par rapport au chiffre primitif avant compression. Cette réaction persiste d'ailleurs pendant 2 à 3 minutes pour une compression de 5 minutes. — M. M. **A. Mougeot** : *Action anti-anaphylactique des eaux thermales de Royat injectées au lapin.* Les animaux reçoivent à 29 jours de distance deux injections intra-veineuses de sérum de cheval, et dans l'intervalle, de l'eau minérale en injections intra-péritonéales quotidiennes, dès son émergence du griffon. L'eau de la source Eugénie empêche le choc anaphylactique et supprime les accidents tardifs; l'eau de la source César atténue le choc anaphylactique, mais laisse subsister les accidents tardifs mortels. — M. **J. Mawas** : *La bréziline et ses laques ferriques. Leur utilisation en microchimie.* L'avantage de la bréziline sur l'hématoxyline est de colorer simultanément le fer et les noyaux, le premier en brun foncé, les seconds en violet. Ce qui évite d'une part la confusion possible des dépôts ferrugineux avec la chromatine, et d'autre part la nécessité d'une coloration secondaire des noyaux et du fond de la préparation. — Mlle **M. Nevin** : *Sérums préventifs dans la gangrène gazeuse.* 1° Le sérum antimicrobien anti-perfringens possède une plus grande valeur prophylactique que l'antitoxine contre le B. de Welch, dans le traitement d'une infection due uniquement au microbe. 2° Lorsque le vibrion septique, le *B. oedematiens* ou le *B. Bellonensis* sont présents dans une infection mixte, l'emploi d'un sérum spécifique contre l'un ou l'autre, même dilué par le mélange à d'autres sérums, est efficace. 3° Ni le sérum antimicrobien contre le *B. perfringens*, ni l'antitoxine ne possèdent de valeur protectrice dans la gangrène gazeuse lorsque celle-ci est due à une infection anaérobie mixte habituellement constatée dans les plaies de guerre. — MM. **A. Vernes** et **A. L. Marchadier** : *Sur la séroréfraction du sérum sanguin.* L'indice de séroréfraction du sérum sanguin d'animaux tels que cobayes, porcs, bœufs, moutons, présente une remarquable constance. L'indice de réfraction pour le sérum humain est au contraire des plus variables, mais il n'y a pas de rapport entre ces variations et les modifications produites dans le sérum humain par l'infection syphilitique. L'indice de réfraction du liquide céphalo-rachidien, qu'il s'agisse de liquides céphalo-rachidiens normaux ou de malades atteints de méningopathies syphilitiques, reste remarquablement constant. — MM. **P. Masson** et **Cl. Regaud** : *Pénétration des microbes dans l'épithélium de revêtement des follicules lymphoïdes du lapin.* Les globules blancs ne jouent aucun rôle dans l'introduction des microbes de la cavité intestinale dans l'épithélium de revêtement des follicules lymphoïdes; la captation des microbes est une fonction spéciale de cet épithélium; les microbes adhèrent à la surface de cet épithélium, à l'exclusion de l'épithélium banal de l'intestin; la contraction de la musculature lisse qui entoure les calices des follicules détermine des plis temporaires à la surface de l'épithélium; les microbes pincés dans ces plis sont ainsi introduits dans les cellules épithéliales.

MM. **M. Kollmann** et **P. Mazé** sont élus membres titulaires de la Société.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 14 Février 1919

MM. **P. Nicolardot** et **Boudet** : *Recherches sur le fulminate de mercure et quelques-unes de ses impuretés.* Les auteurs montrent que les cyanures alcalins proposés par certains auteurs pour apprécier la pureté du fulminate de mercure dissolvent un grand nombre des impuretés qui peuvent se trouver dans les fulminates mal préparés. Le dosage du mercure dans cette solution par voie électrolytique fournit une teneur trop élevée en fulminate. L'emploi des hyposulfites alcalins, proposé par divers chimistes et sous des formes différentes, est plus exact au point de vue analytique; il est également préférable à celui des cyanures au point de vue industriel (traitement des résidus de fulminaterie). — M. **André Meyer** fait connaître une modification de la méthode volumétrique de Denigès pour *le dosage du thiophène* et des autres impuretés, précipitables par les sels mercuriques, *dans les benzines industrielles.* Cette modification consiste à déterminer le mercure non précipité par les impuretés à l'aide de sulfocyanure d'ammonium N/10 et d'alun ferrique comme indicateur. Le procédé est suffisamment exact pour les besoins industriels.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Janvier 1919

M. **A. Lécaillon** envoie une étude *sur la biologie du Tigre du Poirier* (*Tingis piri* Geoffroy) et sur les dégâts qu'il produit dans les vergers. Les méthodes insecticides à employer contre cet Hémiptère consistent à projeter sous la feuille des arbres attaqués des substances qui tuent les insectes par simple contact, ou qui produisent l'asphyxie des parasites par leurs vapeurs toxiques

(nicotine, acide cyanhydrique). Pour ces dernières, qu'on utilise aux Etats-Unis, l'emploi n'est pas autorisé en France. — MM. **A. Gouin** et **P. Andouard** appellent l'attention *sur la farine de manioc et la production beurrière*. Ils montrent qu'on pourrait introduire la farine de manioc dans les habitudes d'alimentation des veaux. Avec 1.000 tonnes de manioc, on peut écrémer le lait et libérer 750 tonnes de beurre sans que les veaux aient nullement à en souffrir. Que nos colonies, et surtout Madagascar, nous envoient du manioc, le beurre sera produit en plus grande quantité et son prix s'abaissera d'une façon appréciable. On peut rappeler que le manioc est aussi la plante qui fournit l'alcool au plus bas prix. Notre agriculture coloniale pourrait donc se préoccuper activement d'en augmenter la production, puisqu'elle fournirait une unité calorifique et énergétique très économique. — M. **H. Jumelle** donne le compte rendu d'expériences *sur la culture du ricin à Marseille*. On sait combien l'huile de ricin est demandée pour l'entretien des moteurs rotatifs; c'est donc une question d'actualité de faire l'étude comparée de diverses variétés cultivées dans notre Midi. Sur 23 types, 12 ont bien mûri leurs graines : ce sont surtout les espèces du Sénégal et 2 variétés indiennes, alors que celles d'Amérique et d'Indo-Chine ont moins bien réussi. L'auteur poursuit l'étude botanique des variétés en expérience, mais n'a pas donné cette année de chiffres visant leur rendement cultural. — *Le traitement de la distomatose*, ou cachexie aqueuse des moutons, a été pratiqué par M. **Vilcoq**, de l'Ecole d'Agriculture du Chesnoy, à l'aide de l'extrait éthéré de Fougère mâle. Ce traitement, qui revient à 4 fr. 75 par tête, est très curatif. Ces expériences confirment celles de MM. Moussu, Railliet et Henry, faites à Alfort, en 1911, dont la découverte avait été exploitée par une maison pharmaceutique allemande qui en dissimulait l'origine française. — M. **J. Dybowski** revient *sur la question du sorgho* de nos colonies, pour montrer le rôle qu'il pourrait remplir au point de vue de notre élevage métropolitain. Cette plante qu'un bouturage permet de multiplier, pour fixer les types les mieux sélectionnés, devrait jouer un rôle très actif dans la production du porc. MM. **A. Gouin** et **P. Andouard** donnent à ce sujet des indications sur son emploi : associés au tourteau d'arachide (25 kg.) et à la poudre d'os (10 kg.), 200 kg. de sorgho peuvent, en quatre mois, donner 75 kg. de viande nette avec un goret de 25 kg. Lorsque le fret normal sera rétabli entre Dakar et Bordeaux, on pourra s'en souvenir. — M. **Tardy** communique les *résultats obtenus par des coopératives de culture des terres*. Il donne des chiffres relatifs à celles de la Haute-Garonne, du Forez, de la Dordogne, d'Eure-et-Loir, et de diverses coopératives des régions envahies. Les résultats ont été très heureux, et pourront susciter le développement du principe d'association, s'aidant même des capitaux des non-agriculteurs. Elles contribuent au relèvement de la valeur des propriétés foncières comme le montre l'exemple suivant : une propriété terrienne, qui n'avait pas trouvé preneur à 46.000 francs en 1915, a été vendue 120.000 francs en 1918 après qu'une coopérative l'avait prise en charge pour en intensifier la production. Ne peut-on pas trouver là un enseignement général sur l'intérêt qu'il y aurait à introduire, dans les fermes françaises, un peu plus de capitaux et de compétence scientifique? — C'est aussi la même leçon qui ressort d'un mémoire très sincère de M. **Mennesson** *sur la production du sucre de betteraves en France par la graine de betterave à sucre française*. Après avoir constaté que notre rendement industriel accuse une infériorité globale de 3 % sur ceux des pays voisins, l'auteur recherche toutes les causes de ce déficit. Il trouve successivement l'influence possible du sol et du climat (1 %), celle des méthodes culturales défectueuses (ensemencements faibles et tardifs, irrégularité des plantes), puis de mauvaises conditions de mise en silos non abrités, enfin les pertes au pesage. Il semble que la moyenne et la petite culture n'ont pas suivi les progrès des grandes exploitations. Il faudrait intéresser le producteur à l'amélioration du rendement industriel final. La sélection méthodique, dont les méthodes sont bien connues, peut faire beaucoup pour élever le rendement moyen de nos cultures de betteraves, en fournissant de bonnes semences que nous n'avons pas besoin d'aller chercher ailleurs; mais il faut aussi supprimer les causes accessoires de pertes que M. Mennesson a signalées. — M. **L. Mangin** signale le *dépérissement des Epiceas* sous l'action nocive des vapeurs d'acide chlorhydrique provenant de l'usine de Chedde. — M. **Sagnier** publie le rapport de la Commission spéciale chargée d'étudier l'avant-projet d'un programme agricole présenté par M. le Ministre de l'Agriculture. Il exprime l'opinion de l'Académie sur ce programme. — M. **H. Hitier** pose une question qui intéresse les fermiers dont les terres peuvent être soumises au remembrement. Il montre que la loi sur le remembrement, qui prévoit des indemnités au propriétaire, néglige en partie d'indemniser le fermier pour les améliorations apportées par lui à un domaine dont il peut être dépossédé. — M. **Paul Serre** envoie une note sur l'utilisation des pépins de raisins en Californie. — Signalons aussi un mémoire de MM. **Vermorel** et **Dantony** *sur les bouillies sulfo-calciques*, moins coûteuses que les bouillies cupriques, et dont ils ont fait une étude technique et pratique. — M. **Bachelier** donne les résultats obtenus dans un *essai comparatif de plusieurs engrais azotés*. Il en résulte notamment que dans le nitrate d'ammoniaque l'unité de l'azote engrais a sensiblement la même valeur que dans les autres engrais chimiques azotés pour la culture de la betterave. Ed. G.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 5 Décembre 1918

M. **R. V. Wheeler** : *L'inflammation des mélanges d'éthane et d'air dans un vase clos : les effets de la turbulence*. Poursuivant les travaux antérieurs de Schloesing et de Mondésir, l'auteur a étudié l'effet de la turbulence sur la propagation de la flamme à travers les mélanges combustibles. L'auteur a observé dans une bombe de 4 litres le caractère de l'agitation produite par un ventilateur et l'aspect des flammes, en expérimentant sur des mélanges gazeux dilués. Il a reconnu qu'une langue de flamme pointue partant du point d'inflammation (au centre du vase) est attirée en bas vers l'axe du ventilateur et se propage de là avec un mouvement tourbillonnant en spirale oblique à travers le mélange. L'emploi du ventilateur, quoique favorisant la propagation de la flamme, augmente la difficulté d'inflammation du mélange. L'effet de l'agitation sur les mélanges d'éthane et d'air est d'augmenter la vitesse de propagation de la flamme. La différence de vitesse de la flamme entre les mélanges turbulents et tranquilles dépend du degré de turbulence communiqué au mélange, et elle est plus marquée avec des mélanges à combustion lente. La valeur des pressions maxima atteinte concorde avec la valeur « corrigée » pour un mélange tranquille de même teneur en éthane, la correction appliquée étant basée sur l'hypothèse que la portion plate caractéristique de la crête des courbes de pression des mélanges tranquilles représente un équilibre entre la chaleur dissipée et la chaleur dégagée, après que la combustion est complète, par égalisation des gradients de température dans les gaz brûlés.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

Phosphorescences de types divers. — L'existence de phosphorescences de très courte durée a été révélée depuis longtemps par le phosphoroscope de Becquerel; mais, jusqu'à une époque toute récente, la lumière persistant après l'excitation n'avait été étudiée quantitativement que dans les cas où sa durée est relativement grande. Les courbes de décroissance étaient supposées toutes du même type. On admettait que la loi de diminution de l'éclat était représentée par une équation de la forme :

$$I = \frac{1}{(a_1 + b_1 t)^2} + \frac{1}{(a_2 + b_2 t)^2},$$

les phosphorescences des diverses substances ne différant entre elles que par la couleur, l'éclat et la durée.

Les mesures de Waggoner[1] et de Zeller[2] sur les phosphorescences de courte durée tendaient à confirmer cette vue. Au contraire, les observations de Ives et Luckiesh[3], relatives à l'influence de la température sur les courbes de décroissance de certains sulfures phosphorescents, semblaient nécessiter une modification de la loi usuelle dans certains cas, tandis que les recherches sur la phosphorescence des gaz par C. C. Trowbridge[4] et de la paraffine à la température de l'air liquide par Kennard[5] indiquaient que, dans le champ des mesures effectuées, la loi de décroissance ne peut pas être exprimée par une somme de termes de la forme :

$$\frac{1}{(a + bt)^2}.$$

1. WAGGONER : *Physical Review*, 1re série, t. XXVII, p. 209; 1908.
2. ZELLER : *Ibid.*, 1re série, t. XXXI, p. 367; 1910.
3. IVES et LUCKIESH : *Astrophysical Journal*, t. XXXVI, p. 330; 1912.
4. C. C. TROWBRIDGE : *Physical Review*, 1re série, t. XXXII, p. 129; 1911.
5. KENNARD : *Ibid.*, 2e série, t. IV, p. 278; 1914.

Nichols et Howes[1] ont signalé que la phosphorescence des sels d'uranyle, très brillante, mais très brève (elle ne dure que 0,03 sec.), est d'un type entièrement différent. Sa décroissance, d'abord très lente, devient de plus en plus rapide, à l'opposé de ce qu'on avait observé dans tous les cas étudiés antérieurement. Les mesures effectuées sur la calcite indiquent que cette nouvelle forme de décroissance n'est pas spéciale aux sels d'uranyle.

Aussi MM. Nichols et Howes[2] proposent-ils de distinguer deux types de phosphorescences qu'ils désignent, l'un sous le nom de phosphorescence persistante (*persistent phosphorescence*), l'autre sous celui de phosphorescence évanouissante (*vanishing phosphorescence*).

1° La *phosphorescence persistante* est caractérisée

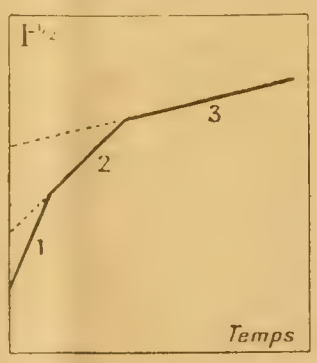


Fig. 1.

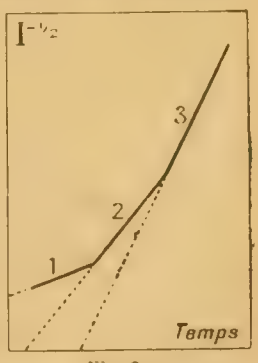


Fig. 2.

Fig. 1. — *Phosphorescence du type « persistant ».*
Fig. 2. — *Phosphorescence du type « évanouissant ».*

par une courbe de décroissance formée d'une série de fragments de droite dont le coefficient angulaire diminue à partir de l'origine des temps (fig. 1); pour toutes

1. NICHOLS et HOWES : *Ibid.*, 2e série, t. IX, p. 292; 1917.
2. NICHOLS et HOWES : *Proceed. of the National Acad. of Sciences* (U. S. A.), t. IV, p. 305-312; octobre 1918.

les substances étudiées dans un intervalle assez étendu, on a constaté l'existence d'au moins trois de ces fragments.

2° La courbe de décroissance de la *phosphorescence évanouissante* est constituée par une série de droites dont le coefficient angulaire augmente à mesure qu'elles s'éloignent de l'origine des temps (fig. 2).

Dans les courbes de décroissance, on porte en abscisses les temps comptés à partir du moment où l'excitation est interrompue, et en ordonnées l'inverse de la racine carrée de l'intensité $I^{-1/2}$. On peut supposer que les variations plus ou moins brusques du coefficient angulaire des fragments de droite qui constituent la courbe de décroissance traduisent des variations réelles dans les processus de l'émission de lumière par les corps phosphorescents.

On peut trouver un critérium permettant de distinguer les deux types dans l'intersection avec l'origine des diverses portions de droite. Pour le type 1, les intersections sont toutes sur la partie positive de l'axe des ordonnées; pour le type 2, les intersections des fragments de droite 2 et 3 sont sur la partie négative.

Le passage d'un processus de phosphorescence au suivant n'est probablement jamais discontinu, comme on l'a indiqué schématiquement sur les figures 1 et 2; il est parfois très brusque (calcite); parfois, au contraire, la transition est graduelle. Dans le cas des sels d'uranyle, la position des points anguleux dépend de l'intensité de l'excitation.

Quelques substances peuvent présenter les deux types de phosphorescence suivant le mode d'excitation. Ainsi la phosphorescence des sels d'uranyle est évanouissante quand on la produit par l'action de la lumière; quelques-uns de ces mêmes sels, notamment $KUO^2(NO^3)^3$ et $K^2UO^2(NO^3)^4$, soumis à l'action de la décharge cathodique à la température de l'air liquide, demeurent lumineux plusieurs secondes après la fin de l'excitation et présentent des courbes de décroissance du type persistant. Certaines calcites présentent une particularité analogue : la phosphorescence est évanouissante après une excitation lumineuse et persistante après une excitation cathodique.

Le type d'une phosphorescence ne semble pas défini par sa durée et toute phosphorescence à disparition rapide n'est pas forcément du type dit évanouissant. Ainsi la willémite, étudiée par Waggoner, dont la durée de décroissance est très inférieure à celle de certaines calcites, appartient cependant à un type différent. Il en est de même de divers composés phosphorescents étudiés par Waggoner : par exemple, $ZnCl^2$, $CdCl^2$, $CdSO^4$, contenant une trace de $MnSO^4$ et chauffés au rouge dans Na^2SO^4; bien que les phosphorescences soient de courte durée, les courbes de décroissance appartiennent au type persistant. A. B.

§ 2. — Chimie physique

La nature de l'affinité chimique et la valence des atomes. — MM. Ciamician et Padoa[1] ont présenté des considérations intéressantes sur la nature de l'affinité chimique et de la valence des atomes que nous nous proposons de résumer brièvement.

1. Les progrès qu'ont fait faire à la théorie atomique les recherches récentes effectuées dans certains domaines de la Physique et la découverte des corps radioactifs ont posé le problème de l'affinité d'une façon toute différente. Autrefois on pouvait faire abstraction de l'hypothèse atomique et se borner aux lois générales telles qu'elles dérivent des principes de la Thermodynamique. Actuellement, il paraît utile de rechercher la signification que peuvent acquérir, à la lumière des théories sur la constitution des atomes, les relations ainsi établies entre l'énergie chimique et l'énergie thermique.

D'après la théorie cinétique, tout mouvement des atomes cesse au zéro absolu et la capacité calorifique s'annule. Au contraire, l'énergie interne des atomes ne disparaît pas aux températures extrêmement basses, comme le démontrent les phénomènes des corps radioactifs et les expériences de Moissan sur le fluor et l'hydrogène solide qui réagissent encore violemment.

La chaleur, d'après la théorie cinétique, résulte de la force vive des atomes ou des molécules en vibration ou en translation : un processus réversible dans lequel l'énergie chimique se transforme en énergie thermique peut être représenté comme un mécanisme selon lequel l'énergie cinétique des atomes se transforme d'une manière réversible en énergie potentielle, c'est-à-dire en mouvement intérieur de leurs constituants. En d'autres termes, on pourrait dire que l'énergie libre des atomes est la fraction de leur énergie interne qui peut devenir extérieure sous forme de chaleur ou sous toute autre forme sans que l'atome se décompose.

2. Pour rendre compte de la partie essentielle du phénomène chimique, il ne suffit pas, pensent MM. Ciamician et Padoa, d'envisager seulement les attractions électrostatiques ou magnétiques. Il semble difficile, en particulier, d'admettre que deux corps, quelque petits qu'ils soient, deux atomes par exemple, puissent prendre des propriétés essentiellement différentes parce qu'ils sont placés dans des conditions nouvelles d'attraction réciproque. La nature du phénomène chimique est très spéciale et ne peut résider seulement dans un échange d'attractions. On sait aujourd'hui, grâce aux expériences de Bragg, que les atomes, dans les cristaux, ne sont que juxtaposés : par exemple, dans un cristal de chlorure de sodium, les deux espèces d'atomes alternent dans le réseau cristallographique; on peut se demander quelle différence il existe entre le chlorure de sodium cristallin et un mélange dans lequel le même nombre d'atomes de sodium et de chlore serait disposé avec la même régularité.

Pour répondre à cette question, MM. Ciamician et Padoa sont conduits à admettre que « *l'essence du phénomène chimique est une modification de la structure interne de l'atome;* cette modification, que subit l'atome au moment de la combinaison, peut se faire avec perte ou gain d'énergie. Les atomes dans les molécules sont bien juxtaposés; mais leur structure intérieure n'est plus la même que dans l'atome libre. » Cette structure se modifierait au moment de la combinaison et retrouverait son état primitif quand l'élément est libéré.

Il est impossible, pour l'instant, de connaître la nature de ces changements. On ne peut faire que des hypothèses. Il semble que l'expulsion ou l'acquisition d'un électron au moment de la combinaison doive s'accompagner d'une transformation intérieure plus ou moins profonde de l'atome; ceci ferait comprendre la différence véritable qu'il y a entre l'atome et l'ion correspondant, différence que la seule présence d'une charge électrique ne suffit peut-être pas à expliquer. On peut maintenant très bien concevoir qu'un atome (ou une molécule) puisse acquérir une charge électrique sans être pour cela différent chimiquement d'un atome électriquement neutre, et que l'air ionisé, par exemple, ne soit pas différent de l'air non conducteur.

L'atome devient ion en perdant ou en gagnant de l'énergie selon la nature des transformations intérieures qu'il subit (indépendamment de l'hydratation qui peut accompagner le phénomène), et sa stabilité dépend étroitement des variations d'énergie ainsi mises en jeu. La modification de structure de l'atome qui devient ion, accompagnée, selon l'hypothèse précédente, d'une variation d'énergie interne, peut expliquer notamment l'origine des chaleurs d'ionisation positives dont il était difficile de rendre compte.

3. Sur la nature et la signification physique de la valence, on a fait les hypothèses les plus variées. Elle est déterminée, dans la théorie de la dissociation, par le nombre d'électrons que l'atome peut perdre ou acquérir. J. J. Thomson imagine que les actions attractives,

1. *Journal de Chimie physique*, t. XVI, p. 97-106; 31 juillet 1918.

déterminées par les valences, s'exercent non pas, comme pour les autres attractions, dans un champ sphérique, mais seulement dans les directions de certains tubes de force qui correspondraient, en quelque sorte, aux traits par lesquels les chimistes représentent les valences.

Faisant abstraction de la nature de ces attractions, MM. Ciamician et Padoa pensent que « le nombre des affinités dont peut disposer un élément dans ses combinaisons dépend de ce qu'on pourrait appeler la forme extérieure de l'atome ». Ainsi, le réseau cristallographique du diamant, d'après les recherches de Bragg, est constitué de telle façon que chaque atome de carbone est relié à quatre autres atomes dans des directions qui vont du centre aux sommets d'un tétraèdre. Ce fait correspond d'une manière surprenante à la disposition tétraédrique des valences de l'atome de carbone à laquelle les chimistes ont dû recourir pour expliquer certaines isomères des composés organiques. Aussi semble-t-il logique d'admettre que le carbone fonctionne comme élément tétravalent dans ses composés, parce que son atome acquiert une forme tétraédrique. Mais cela ne veut pas dire, évidemment, que l'atome libre ait la même forme.

Cette manière d'interpréter la valence des atomes pourrait être généralisée et appliquée aux autres éléments. Pour certains, il faudrait admettre des formes d'atomes différentes suivant le type de combinaison envisagé : ainsi l'atome de cuivre n'aurait pas la même forme dans les sels cuivreux et dans les sels cuivriques dont les caractères sont si différents. Des remarques analogues s'appliqueraient au thallium, au manganèse, au chrome, etc. Autrement dit, pour certains éléments, comme le carbone, la variation de la valence n'entraînerait pas la modification de forme de l'atome, car des valences restent libres; pour d'autres, aux divers types de combinaison correspondraient des formes différentes de l'atome, et l'élément est polymorphe.

On comprendrait ainsi pourquoi certains éléments peuvent donner diverses séries de dérivés isomorphes selon le type de combinaison : l'atome de thallium, dans les composés monovalents, aurait une forme semblable à celle des métaux alcalins dans leurs sels, et semblable à celle de l'aluminium dans les composés trivalents. Le type de combinaison détermine souvent les relations d'isomorphisme entre éléments de caractère différent, parce que leurs atomes sont eux-mêmes polymorphes.

Dans les relations entre les éléments radioactifs et leurs produits de désintégration, on a découvert récemment des faits qui appuient les vues précédentes : deux ou plusieurs atomes de même structure et de même forme peuvent être identiques dans leurs propriétés, même si la quantité de matière qu'ils renferment est légèrement différente (éléments isotopes), et, réciproquement, deux éléments peuvent être différents malgré l'identité du poids atomique, c'est-à-dire pour des quantités de matière égales, si leur structure et leur forme sont différentes.

« Les propriétés des éléments, concluent fort justement MM. Ciamician et Padoa, ne sont pas seulement une fonction de leur poids atomique, comme le pensait Mendéléeff, mais aussi de leur intime structure. »

A. B.

§ 3. — Chimie industrielle

La préparation commerciale de l'hélium pour le gonflement des dirigeables. — Un des progrès les plus remarquables réalisés au cours de la guerre au point de vue technique, c'est la préparation de l'hélium en quantités suffisantes pour servir au gonflement des dirigeables. L'hélium est, en effet, un gaz léger qui se rapproche beaucoup à ce point de vue de l'hydrogène, dont il possède les 92 °/₀ de la force ascensionnelle. Mais il a sur lui l'énorme avantage de n'être ni inflammable, ni explosible, ce qui permet de placer les moteurs au besoin à l'intérieur de l'enveloppe; en outre, les pertes par diffusion sont moindres pour l'hélium que pour l'hydrogène.

L'hélium, qui paraît abondant sur le Soleil, est rare à la surface de la Terre, où on ne le trouve que dans les gaz qui se dégagent de certains minéraux radio-actifs chauffés ou dans certains gaz naturels. Avant la guerre, on n'en avait jamais préparé que de faibles quantités et à un prix très élevé. C'est sur les suggestions de Sir R. Threlfall, qui s'était livré à une étude approfondie des sources d'hélium, et des frais de préparation et de transport de ce gaz, que l'Amirauté britannique se décida à entreprendre cette tentative. On trouva que certains gaz naturels du Canada contiennent environ 1/3 pour cent d'hélium, et un laboratoire de recherches fut établi à l'Université de Toronto. Quand les Etats-Unis furent entrés en guerre, le Bureau des Mines vint également coopérer à l'étude de la question, en vue de l'exploitation des sources d'hélium du pays. Grâce à la vigoureuse impulsion donnée à ces travaux, la fabrication industrielle de l'hélium était mise en train en juillet 1918. Au moment de la cessation des hostilités, 4.100 m³ d'hélium presque pur étaient comprimés et prêts à être transportés, et les usines en construction étaient prévues pour fabriquer 1.400 m³ d'hélium par jour à un prix ne dépassant pas 18 francs le mètre cube.

D'autre part, tous les détails pratiques pour la construction de dirigeables à hélium et leurs règles de navigation avaient été étudiés par la Section d'Aéronautique de l'Amirauté britannique, et l'on avait préparé les plans d'une station pour la purification de l'hélium contaminé en service; on recherchait également d'autres emplois techniques de ce gaz.

Tous ces travaux ne sont certainement pas perdus, car la production courante d'un gaz qui évite tout danger d'incendie ouvre certainement une nouvelle ère à la navigation aérienne par ballon dirigeable.

§ 4. — Agronomie

L'expérimentation agricole en Algérie[1]. — On a dit trop souvent que nous manquions d'esprit d'organisation : aux tempéraments pessimistes nous opposerons les lignes suivantes qui nous montreront ce que les Français savent faire en Algérie.

A la veille de la guerre et pour répondre au désir unanime des Assemblées algériennes, M. le Gouverneur général venait d'arrêter le plan d'une organisation moderne et rationnelle de *Services d'Etudes, de Recherches, d'Expérimentation et de Vulgarisation agricoles.* A la réalisation du programme que nous allons exposer sont affectés les fonds versés par la Banque d'Algérie en vertu de la convention signée à l'occasion de la prorogation de son privilège.

En vue de permettre une gestion rationnelle des divers établissements agricoles, ils ont été réunis en deux groupes, dotés chacun d'un budget autonome : d'une part, l'Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (Alger) et ses annexes; d'autre part, le Jardin d'Essais du Hamma et les stations expérimentales qui lui seront annexées. Enfin un décret du 22 octobre 1916 a placé les Services de l'Agriculture sous l'autorité exclusive du Gouverneur général. Il appartient désormais à ce haut fonctionnaire d'adapter aux besoins de la Colonie les attributions de chaque Service ainsi que leur fonctionnement. Autonomie financière et dépendance du seul Gouverneur général, telles sont les mesures qui donnent à ces divers Etablissements une grande souplesse d'action, propice à la réussite des travaux très variés qu'ils sont appelés à effectuer.

La direction et la coordination des différents Services sont assurés par le Directeur de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation, assisté du Sous-Directeur.

1. Note sur les Services de l'Agriculture en Algérie. Direction de l'Agriculture, Alger, 1918.

Enumérons les Services qui viennent d'être créés ou réorganisés :

1° *Service météorologique*, rattaché à l'Université, orienté dans un sens nettement agricole;

2° *Service géologique*, constitué depuis longtemps déjà sous le nom de Service de la Carte géologique, auquel il sera fait appel pour les questions agricoles [1];

3° *Service agrologique*, chargé de l'étude chimique et physique du sol et des productions agricoles;

4° *Service agronomique*, pour tout ce qui concerne le travail et la préparation du sol en vue de déterminer les conditions les plus favorables à la végétation et aux diverses cultures ainsi que l'étude de l'outillage agricole;

5° *Service botanique*, déjà ancien et dont le rôle a été maintes fois apprécié;

6° *Service de la défense des cultures*, contre les insectes et végétaux nuisibles;

7° *Service de l'élevage*, qui fait appel au concours des agents du Service vétérinaire et du Service des Etablissements hippiques et à l'Institut Pasteur d'Algérie;

8° *Service du Crédit, de la Coopération et de la Mutualité agricoles*, sur lequel l'Administration fonde de sérieuses espérances pour l'amélioration de la culture indigène;

9° *Service agricole général*, provenant de la transformation des anciennes chaires d'Agriculture et qui comprend, dans chaque département, un « Chef du Service agricole général » et des « Conseillers agricoles ».

Cette organisation, des mieux comprises et très complète, possède comme moyen d'action un certain nombre d'Etablissements de recherches et de vulgarisation. Il serait trop long de les étudier en détail; bornons-nous à les citer : dans sa sécheresse, cette liste est bien éloquente :

Ecole d'Agriculture de Maison-Carrée (près Alger) et ses fermes annexes pour l'expérimentation agricole (Domaine de Berteaux, sur les hauts plateaux constantinois, commune mixte d'Aïn-M'lila, avec ses 525 hectares; Station botanique de Rouiba). Notons encore cette mesure logique : les professeurs chargés des différentes chaires de l'Ecole relèvent, sans que cependant soit portée atteinte à leur initiative, des services techniques énumérés plus haut.

Station botanique de Maison-Carrée; Jardin d'Essais du Hamma (Alger); Station Ampélographique de Mondovi; Station expérimentale du domaine de l'Habra (département d'Oran); Ecole d'Agriculture de Philippeville et Laboratoire de Chimie agricole; Fermes-Ecoles indigènes à Taourirt-Zaouau, à Ben-Chicao (département d'Alger), à Mazouma, à Ammi-Moussa (département d'Oran); d'autres encore doivent être créées.

Pour la détermination des nouveaux centres de recherches et d'expérimentation, la Direction de l'Agriculture a d'ailleurs bien compris « qu'il est moins indispensable de multiplier les stations que de bien choisir leur emplacement, de les doter de tout l'outillage nécessaire et de les confier à des hommes compétents et expérimentés ».

Parmi les Services que l'on doit encore organiser prochainement, le *Service d'Aquiculture*, pour l'étude de la pêche sur les côtes d'Algérie, est vivement réclamé. Citons également la *Station de culture des Zibans*, près de Biskra; la *Station d'Elevage de Talmit*, près de Lagouat (pour les Ovins); la *Station agricole et biologique Saharienne*, projetée dans la vallée de l'Oued-Rhir.

L'enseignement agricole dispose : des Ecoles d'Agriculture de Maison-Carrée, de Philippeville; de l'Ecole ménagère agricole (à Alger), de l'Ecole d'Apprentissage horticole. On envisage enfin la possibilité de recevoir des stagiaires agricoles sur les domaines des Ecoles d'Agriculture et des Stations expérimentales d'une importance suffisante.

1. Notons, à ce propos, que la Carte géologique de l'Algérie étant à l'échelle de 1/50.000e, ce document est précieux pour les études agrologiques et pour repérer exactement les prélèvements d'échantillons de terres.

Pour clore cet exposé, faisons ressortir ce fait qu'il ne s'agit pas d'un programme sur le papier, mais bien d'une organisation qui existe et qui a donné plus de cohésion à des services déjà en fonctionnement en même temps que se poursuivait, en pleine guerre, la création de plusieurs Etablissements d'études agricoles. Cette preuve de vitalité de l'énergie française doit nous donner bon espoir en l'avenir.

M. Rigotard,
Ingénieur-Agronome.

§ 5. — Sciences médicales

L'état actuel de la chimiothérapie de la tuberculose et les difficultés du problème. — Depuis la stagnation de la thérapeutique biologique de la tuberculose par les sérums et les tuberculines, la chimiothérapie de cette affection a attiré l'attention des physiothérapeutes. Le problème est actuellement étudié de près par la science française et, dans une récente communication à l'Académie de Médecine, M. le Dr L. Rénon en a examiné l'état actuel et les difficultés qu'il présente.

Le but que se propose la chimiothérapie de la tuberculose est le suivant : trouver une substance minérale ou organique, nettement définie, qui, nocive pour le bacille tuberculeux dans l'organisme animal, ne lèse pas les éléments constituants de cet organisme.

Ce problème thérapeutique peut comporter deux grandes solutions :

1° rendre l'organisme réfractaire à l'action du bacille tuberculeux qui ne pourra s'y développer;

2° agir sur le bacille lui-même, en le tuant dans l'organisme infecté.

Pour trouver la substance chimique capable de détruire le bacille tuberculeux dans l'organisme, il faut d'abord s'adresser à celles qui entravent son développement dans les cultures.

Des recherches de MM. Frouin, Becquerel, Aug. Lumière et Chevrotier, Sauton, P. Courmont et Dufourt, Rénon et d'autres auteurs, il résulte que les substances suivantes ont, à petite dose, une action efficace pour arrêter le développement du bacille tuberculeux dans les cultures : azoture de sodium, phénylhydrazine, arséniate de sodium, sulfure d'allyle, fluorure et chlorure de cadmium, nitrate et acétate d'urane, sulfate de lanthane, sulfates de néodyme et de praséodyme, sels d'argent, d'or et de sélénium, chlorure de baryum, sulfate de zirconium, sulfate d'yttrium, sulfate de titane, sulfate et chlorure de glucinium, chlorure de nickel, sels de bismuth, etc.

La chimiothérapie peut s'adresser aux modifications des milieux de culture du bacille, ce qui est devenu plus facile depuis la découverte de milieux de culture très nettement définis au point de vue chimique. Les recherches de M. Frouin, de MM. Tiffeneau et Marie, de MM. Armand-Delille, Mayer, Schaeffer et Terroine, de M. Sauton, montrent que, dans des milieux bien définis, la composition du milieu joue un rôle important dans le développement du bacille. L'alcalinisation avec des concentrations de soude supérieures à N/5, l'absence de potassium, soufre, phosphore, fer, magnésium, empêchent sa culture. Par contre, l'addition d' « un centimillième » de fer suffit pour tripler le poids de la récolte.

Théoriquement, on peut donc penser obtenir une action thérapeutique sur la tuberculose des animaux et de l'homme en ajoutant à l'organisme animal infecté par le bacille une des substances énumérées plus haut. Théoriquement aussi, on peut penser soustraire à l'organisme animal, par suppression alimentaire, les substances chimiques indispensables à la vie du bacille dans les cultures, substances telles que K, Mg, Fe, P, S.

De ces deux cures théoriques, la première paraît seule justifiable d'applications pratiques. On comprend la possibilité de l'addition d'un corps à l'organisme; mais il paraît difficile d'empêcher l'apport de K, S, Mg, Fe, P.

Tout au plus pourrait-on diminuer la quantité alimentaire de ces aliments. Puisque l'alcalinisation excessive a une action empêchante dans les cultures, on devrait envisager aussi l'éventualité d'une alcalinisation plus grande de l'organisme.

Pour déterminer la valeur de la chimiothérapie de la tuberculose expérimentale et de la tuberculose humaine, il est indispensable de pousser à fond l'étude pratique de ces cures théoriques d'addition et de soustraction. Dans ce but, il est nécessaire de réaliser le programme suivant : établir l'action d'une substance sur la culture du bacille, puis vérifier la toxicité de cette substance sur l'animal, au moins sur le chien, le lapin et le cobaye; si la substance n'a qu'une toxicité réduite, essayer son action sur la tuberculose expérimentale et spontanée des animaux, puis sur la tuberculose de l'homme. On opérerait de même pour la cure de soustraction. M. L. Rénon a pu, depuis dix ans, étudier de cette manière quelques substances; il a obtenu certains résultats intéressants, mais sans effets décisifs.

Tel est le problème de la chimiothérapie de la tuberculose. On ne peut déclarer que l'avenir de la phtisiothérapie n'est pas dans cette voie, si ce problème n'est pas solutionné en entier dans un sens positif ou dans un sens négatif. Il est d'une telle ampleur qu'il ne peut être résolu par des recherches isolées et dispersées, qui prendraient un temps trop considérable pour aboutir. Malgré toutes ces difficultés, malgré le labeur énorme qu'il réclame, il pourrait, d'après M. Rénon, être solutionné en quelques années s'il était abordé avec méthode et précision par un grand nombre de travailleurs disposant de toutes les ressources nécessaires.

§ 6. — Géographie et Colonisation

La voie ferrée du 45e parallèle[1]. — C'est ainsi que l'a baptisée M. Paul Claudel, qui en forma le premier projet; ce serait un nouvel *Express-Orient*, s'écartant des Empires centraux et n'empruntant que des territoires alliés. De Bordeaux à Odessa, la ligne passera par Lyon, Turin, Milan, Vérone, Venise, Trieste, Zagreb (Agram), Belgrade, Orsova, Bucarest et Galatz; de Paris, on peut la rejoindre par Pontarlier et le Simplon, ou par Culoz et le Mont-Cenis; à Belgrade, les voyageurs bifurqueront à leur gré sur Salonique ou Constantinople.

La voie existe partout, sauf sur le trajet direct Belgrade-Orsova; il ne s'agirait donc que de doublement et d'unification de voies, de corrections de courbes et de profils, de raccordements, principalement de Venise à Zagreb et de Brod à Belgrade, et d'électrification graduelle, possible sur tout le parcours, ce qui augmenterait la vitesse et la puissance de traction.

Cette grande ligne de 3.260 km. (distance de Paris à Odessa) suit à peu près tout le contour sud du massif européen, tangente à l'Adriatique et à la mer Noire, à égale distance du pôle et de l'équateur. C'est une des routes les plus anciennes du continent : quand la puissance romaine s'étendit au delà des Alpes, son centre de gravité remonta vers le nord, Milan devint la vraie capitale de l'Italie et le nœud de la puissance militaire se trouva reporté sur le Danube et sur la Save; la grande route d'Occident en Orient passa par les cols des Alpes, Milan, Aquilée, Logatec, Laibach, Siscia (résidence impériale et hôtel des monnaies), Sirmium (Mitrovica); elle franchissait ensuite la Save entre Semlin et Belgrade, suivait la rive droite du Danube jusqu'à Kostolac, puis par la vallée de la Morava, jusqu'à Nich, se dirigeait sur Sophia (Serdica), Philippopoli, Andrinople et Constantinople, tandis qu'une autre branche suivait la rive droite du Danube jusqu'à la mer Noire[1]. Ce sont les Empires centraux, et l'Autriche notamment, qui ont condamné cet axe du monde yougo-slave en détournant le trafic d'Orient sur Budapest, Vienne et l'Allemagne du Sud, comme ils s'étaient opposés à le rouvrir, en 1906, à la Conférence internationale des horaires, réunie à Brême, lorsque la demande en fut faite par M. Noblemaire, au nom de la Cie P.-L.-M., à l'occasion du percement du Simplon.

Grâce à notre victoire, l'ancienne voie naturelle reprendra ses droits; il faut enlever à l'Allemagne tout contrôle sur les voies internationales qui traversaient son territoire; en modifiant ses tarifs suivant les articles et les pays, grâce à ses chemins de fer d'Etat, ce pays élevait ou abaissait à son gré les barrières douanières; de même qu'en dénationalisant le transit, l'Allemagne faussait les statistiques commerciales. Les grandes voies terrestres internationales, ferrées ou fluviales, doivent bénéficier des mêmes garanties que les routes maritimes, sous la protection d'une Commission internationale, du genre de celle qui fonctionnait pour le Danube.

Ligne de voyageurs, ligne d'émigrants slaves et roumains venant s'embarquer dans nos ports de l'Atlantique, elle transportera surtout les produits manufacturés de l'Occident et les denrées périssables de l'Orient (beurre, œufs, etc.); mais, si l'exploitation en est faite rationnellement, avec un matériel bien approprié, par wagons de gros tonnage et par trains complets, cette voie pourra attirer les céréales, le pétrole, la houille, en faisant concurrence à la navigation maritime.

L'ouverture de cette grande artère pose la question d'amélioration des voies transversales françaises qui relient Bordeaux et Nantes à Lyon et à Chalon, et dont l'exploitation est rendue difficile par la traversée du plateau Central. Trois tracés relient Bordeaux à Lyon : 1° le plus court passe par Périgueux, Brives, Tulle, Ussel, Clermont-Ferrand, Saint-Etienne; l'altitude de la ligne atteint 700 mètres : il y aurait lieu de réduire les déclivités et les courbes, et de poser la double voie, là où elle n'existe pas; 2° le plus long passe par Périgueux, Limoges, Guéret, Montluçon, Gannat, Lapalisse; M. l'ingénieur Mange en propose la correction par une voie nouvelle entre Limoges et Saint-Germain-des-Fossés[2]; 3° un projet Pech utilise la ligne de Bergerac, Sarlat, Aurillac, Murat, Brioude, Saint-Etienne, par une correction de Massiac à Sambadel. D'autre part, M. L. Villat, signalant les graves inconvénients des lignes précitées entre Bordeaux et Lyon, préconise le débouché sur Nantes par Tours, Nevers, le Creusot, Chagny, avec bifurcation sur Dôle, Pontarlier, pour le Simplon, ou Mâcon et Culoz, pour le Mont-Cenis[3].

Pierre Clergat,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

1. Cf. G. Hersent : La grande ligne transeuropéenne du 45e parallèle. Rapport sur le projet Paul Claudel. 1 br. in-8°, Paris, édit. de la *Revue franco-étrangère*, 1917. — Ch. Loiseau : Une artère sud-européenne. *Revue de Paris*, 1 mars 1918. — Chalumeau : La grande ligne transeuropéenne Bordeaux-Lyon-Odessa. *Bulletin mensuel de la Foire de Lyon*, octobre 1917.

1. A. Evans : Les Slaves de l'Adriatique et la route continentale de Constantinople. Trad. franç. Br. in-8°, édit. du *Near East*. London.

2. M. Mange : Le Suisse-Océan. *L'Expansion économique*, n° 7, août-septembre 1918, avec 1 carte.

3. L. Villat : *Annales de Géographie*, 15 novembre 1918.

L'ÉMISSION D'ÉLECTRICITÉ PAR LES CORPS INCANDESCENTS

DEUXIÈME PARTIE : LES APPLICATIONS

La deuxième partie de cette étude[1] sur l'émission d'électricité par les corps incandescents, consacrée aux applications, ne saurait avoir la prétention d'être complète ni entièrement à jour. Les dispositifs qui ont été proposés par les inventeurs ont fait l'objet d'un nombre si élevé de brevets qu'il faudrait écrire un gros livre pour les décrire et les discuter tous. D'autre part, bien des perfectionnements apportés en ces dernières années ont été tenus secrets. Aussi nous bornerons-nous à l'exposé des principes sur lesquels reposent les principaux dispositifs qui ont été décrits dans les revues techniques[2].

I. — Soupape de Fleming

§ 1. — Principe du dispositif

J. A. Fleming a été le premier, en 1904, à appliquer l'émission d'électricité par les corps incandescents au redressement des courants alternatifs de basse et de haute fréquence[3].

Le dispositif de Fleming peut revêtir diverses formes, dont quelques-unes sont représentées

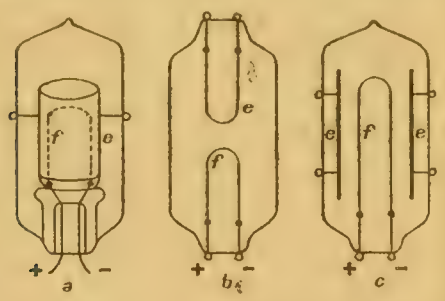


Fig. 1. — *Formes diverses du dispositif de Fleming.* *f*, filament de carbone ; *e*, électrode isolée.

sur la figure 1. Il consiste en une lampe à incandescence ordinaire à filament de carbone, pourvue d'une électrode isolée *e* ; cette électrode peut être une lame métallique, plane ou cylindrique, ou un autre filament de carbone. Quand le filament *f* est porté à l'incandescence par un courant électrique, on constate que l'espace vide compris entre l'électrode isolée et le filament incandescent peut être traversé par un courant intense pourvu que la plaque soit portée à un potentiel supérieur à celui de l'extrémité négative du filament (dans le cas contraire, il ne passe qu'un courant inappréciable dû aux ions positifs que peuvent fournir les molécules du gaz résiduel de l'ampoule).

Ces propriétés sont une conséquence directe de l'émission de corpuscules négatifs par le filament

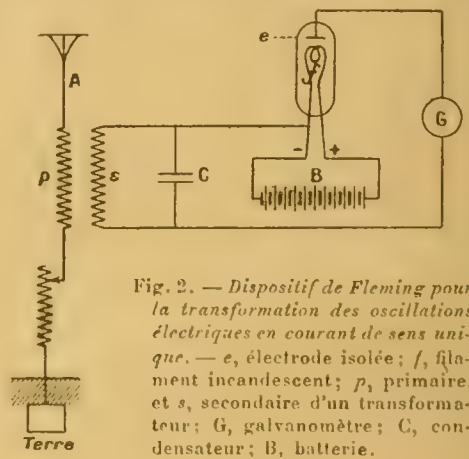


Fig. 2. — *Dispositif de Fleming pour la transformation des oscillations électriques en courant de sens unique.* — *e*, électrode isolée ; *f*, filament incandescent ; *p*, primaire, et *s*, secondaire d'un transformateur ; G, galvanomètre ; C, condensateur ; B, batterie.

incandescent : ces corpuscules ne peuvent être attirés par l'électrode isolée que si le potentiel de celle-ci est supérieur à celui d'une partie du filament.

L'espace compris entre l'électrode et le filament possède donc une conductibilité unilatérale. L'ampoule fonctionne comme une soupape : d'où le nom de *valve* proposé par Fleming.

Fleming a indiqué ensuite que ce dispositif peut être utilisé pour convertir les oscillations électriques en courants dirigés dans un sens unique et, par suite, susceptibles d'être décelés par un galvanomètre ordinaire.

Le schéma des connexions qui permettent de réaliser cette transformation est représenté sur la figure 2. Entre le filament incandescent *f* et l'électrode *e*, on branche un galvanomètre sensible G disposé en série avec l'enroulement secondaire d'un transformateur. Si l'on produit au moyen du primaire *p* des oscillations électriques dans le secondaire *s*, les seules demi-

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sc.* du 30 mars 1919, t. XXX, p. 171 et suiv.

2. Outre les Mémoires que nous signalerons au cours de notre étude, nous avons utilisé les études d'ensemble suivantes : R. L. Smith-Rose : The evolution of the Thermionic Valve. *Journ. of the Institution of Electr. Engineers* (London), t. LVI, p. 253-266; avril 1918. — W. H. Eccles : Ionic Valves. *Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony, 1917*, p. 674-693, The Wireless Press Ltd, London. — Viard : *Cours élémentaire pratique de Télégraphie sans fil.* 1 vol. in-8°. Librairie de l'École spéciale des Travaux publics, Paris, 1917.

3. J. A. Fleming : *Brevet anglais* n° 24.850 ; 1904.

ondes du courant qui passent sont celles qui correspondent à un flux d'électricité négative allant du filament *f* vers l'électrode *e*. Le galvanomètre est traversé par des courants ayant une seule direction : le cadre ou l'aiguille mobiles sont déviés.

Pour utiliser la soupape comme récepteur dans un poste de T. S. F., on dispose l'enroulement *p* entre l'antenne et le sol. Un condensateur C, branché aux bornes du secondaire *s*, permet de réaliser la résonance avec les ondes reçues. Les oscillations induites dans le secondaire *s* sont *rectifiées* grâce à la conductibilité unilatérale de la soupape, et chaque train d'ondes produit dans le téléphone récepteur une série d'alternances dirigées dans une seule direction, qui donne un toc.

Le diaphragme du téléphone récepteur vibrera donc avec une fréquence égale à celle des trains d'oscillations reçus, c'est-à-dire à la fréquence du poste transmetteur de T. S. F. dont on reçoit les signaux.

La conductibilité de la soupape est d'autant plus unilatérale que l'électrode *e* est maintenue plus froide. Si on laisse l'électrode s'échauffer par le rayonnement du filament, elle peut elle-même émettre des électrons et le courant entre le filament et l'électrode n'a plus lieu dans une direction unique.

§ 2. — Théorie générale du fonctionnement

On peut expliquer d'une manière plus précise le fonctionnement de la soupape de Fleming. Il résulte, en réalité, de ce que l'intérieur de l'ampoule se comporte comme un conducteur n'obéissant pas à la loi d'Ohm.

Quand on applique une f. é. m. progressivement croissante entre l'électrode collectrice *e* et le filament, celui-ci constituant la cathode, on constate que le courant n'augmente pas d'une manière uniforme, mais atteint assez vite un maximum (courant de saturation pour l'espace gazeux), après quoi il diminue très lentement. La conductibilité de l'espace gazeux, mesurée par le rapport du courant à la tension, augmente jusqu'à un maximum et diminue ensuite.

On a reproduit sur la figure 3 la courbe représentant le courant en fonction de la tension pour une soupape de Fleming dans laquelle l'électrode collectrice, cylindrique, entoure le filament. La forme des courbes varie d'ailleurs notablement avec la température du filament et le degré du vide [1].

1. Quand la quantité de gaz laissée dans le tube ou dégagée par le bombardement cathodique de l'anode devient suffisante pour que se produise l'ionisation par choc, le fonctionnement devient capricieux et la caractéristique est mal définie. —

On voit que la courbure de la caractéristique n'est pas constante. Supposons qu'on applique entre le filament et la plaque collectrice la tension V_0 qui correspond à l'abscisse du point A pour lequel la courbure est maxima. Si l'on augmente et qu'on diminue alternativement la différence de potentiel d'une faible quantité v à partir de V_c, l'accroissement correspondant du courant dans l'un des cas sera bien supérieur à la diminution du courant dans l'autre.

Si l'on effectue cette augmentation et cette diminution du potentiel en superposant à la différence fixe de potentiel V_c appliquée entre le

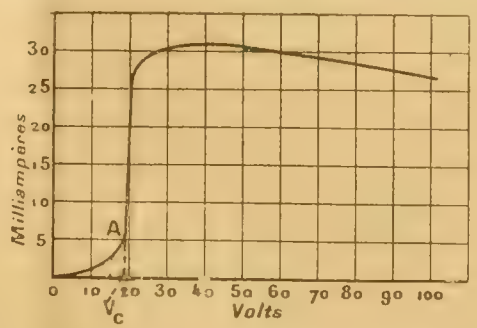


Fig. 3. — *Variation du courant en fonction de la tension dans une soupape de Fleming.*

filament et la plaque une tension alternative, la valeur moyenne du courant qui s'établit est supérieure à celle que donnerait la seule différence constante de potentiel V_c [1] ; en disposant

Mentionnons les équations obtenues par W. Wilson (cité par Van der Bijl, *loc. cit.*, p. 174) en supposant que, l'extrémité négative du filament étant prise comme point de potentiel zéro, le potentiel de l'extrémité positive du filament soit V_0 et celui de l'anode V :

$$I = \frac{2}{5} ke \frac{V^{\frac{5}{2}}}{V_0} \left[1 - \left(1 - \frac{V_0}{V} \right)^{\frac{5}{2}} \right] \text{ pour } V > V_0$$

et

$$I = \frac{2}{5} ke \frac{V^{\frac{5}{2}}}{V_0} \text{ pour } V < V_0,$$

e désignant la charge de l'électron et *k* une constante.

1. Cette propriété peut être établie rigoureusement de la manière suivante :

La forme de la caractéristique montre qu'au voisinage du point A, d'abscisse V_c, le courant qui correspond à une variation v du potentiel peut être représenté par une expression de la forme :

$$I = f(v) = a + bv + cv^2 + \ldots$$

Si v désigne une tension oscillante de la forme $v = v_0 \sin \omega t$, par exemple, l'intensité moyenne du courant, pendant une période T, aura pour valeur :

$$I_m = \frac{1}{T} \int_0^T f(v) dt = a + \frac{bv_0}{T} \int_0^T \sin \omega t dt + \frac{cv_0^2}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t dt + \ldots$$

soit,

$$I_m = a + \frac{1}{2} cv_0^2 + \ldots$$

Le courant moyen est représenté par une fonction *paire* de l'amplitude; il est donc *rectifié*.

La rectification peut être plus ou moins parfaite selon la forme de la caractéristique au point où on l'utilise. Elle sera meilleure au voisinage d'un sommet, c'est-à-dire d'un point où le rayon de courbure est minimum et la dérivée seconde, $f''(v)$ maxima, qu'au voisinage d'un point d'inflexion où $f''(v)$ s'annule. Il y a donc intérêt à opérer au voisinage du sommet de la caractéristique.

un téléphone dans le circuit filament-plaque, on entendra un toc chaque fois que la tension alternative agira aux bornes du tube.

Cette propriété permet d'utiliser la soupape comme détecteur des oscillations électromagnétiques. Le schéma des connexions du circuit est indiqué sur la figure 4. Le secondaire du circuit oscillant *ps* est relié, d'un côté avec l'électrode collectrice *e* par l'intermédiaire du téléphone T, de l'autre avec un dispositif potentiométrique (contact glissant se déplaçant sur la résistance *r* montée en dérivation aux bornes de la batterie B) qui fournit le courant nécessaire à l'incan-

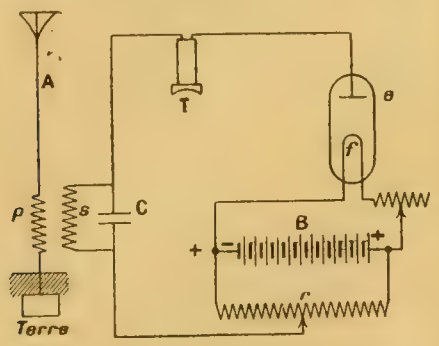


Fig. 4. — *Emploi de la soupape de Fleming comme détecteur d'oscillations électromagnétiques.*

T, téléphone ; *r*, résistance à contact glissant ; les autres lettres comme dans la figure 2.

descence du filament. Si l'on règle le contact glissant de manière que la différence de potentiel appliquée à la soupape soit égale à V_c, chaque fois que des oscillations seront produites dans le circuit *ps*, la valeur efficace du courant traversant le téléphone sera augmentée et la membrane du téléphone rendra un son dont la hauteur correspond au nombre de trains d'oscillations reçus par seconde, c'est-à-dire au nombre d'étincelles produites par seconde au poste transmetteur.

A condition de régler soigneusement les conditions du fonctionnement, ce dispositif constitue, d'après Fleming, un détecteur plus sensible que celui utilisant la conduction unilatérale de la soupape.

§ 3. — Perfectionnement du dispositif de Fleming

Fleming a indiqué, par la suite [1], qu'on pouvait améliorer très notablement les conditions de fonctionnement de la soupape en la constituant par un filament de tungstène entouré d'une électrode collectrice cylindrique de cuivre. L'amélioration tient à ce que le tungstène peut être porté à une température beaucoup plus élevée sans se volatiliser d'une manière sensible et qu'il donne, dans ces conditions, une émission électronique plus forte. Comme on le verra dans la suite de cette étude, cette remarque a été mise à profit pour la construction des divers modèles de tubes rectifiants ou amplificateurs, qui utilisent tous, actuellement, un filament de tungstène ou de tantale.

Willow et Hill [1] ont effectué quelques expériences en vue d'accroître les propriétés rectifiantes et la sensibilité de la soupape Fleming. Ils ont utilisé des électrodes de platine pouvant être toutes deux chauffées par un courant. La cathode est recouverte de chaux qui émet des électrons négatifs quand on la porte au rouge blanc (voir première partie, ch. II, § 6, p. 179), tandis que l'anode est recouverte de phosphate d'aluminium qui donne au rouge des ions positifs (voir première partie, ch. III, § 7, p. 183).

II. — L'audion

§ 1. — Principe de l'audion

Lee de Forest a perfectionné le fonctionnement de la soupape thermo-ionique par l'introduction d'une troisième électrode dans l'ampoule ; il a donné le nom d'*audion* au dispositif ainsi constitué.

Les recherches de Forest sur l'audion [2] ont été sensiblement contemporaines de celles de Fleming. Une longue controverse en est résultée sur la priorité relative des inventions de la soupape Fleming et de l'audion. Elle s'est terminée en faveur de Fleming en ce qui concerne le principe même de la soupape, Lee de Forest conservant le mérite d'avoir introduit une autre électrode isolée qui transforme la soupape en une sorte de relais à gaz pouvant amplifier les oscillations reçues [3].

Cette troisième électrode, constituée par une

1. Fleming : *Brevet anglais*, n° 13.518 ; 1908.

1. Willow et Hill : *Electrician*, t. LXVIII, p. 302; 1911.

2. Lee de Forest : *Trans. of the American Inst. of Electr. Engineers*, t. XXV, p. 735 ; 1906. Voir également *Electrician*, t. LVIII, p. 216 ; 1906, — et t. LXXII, p. 285 ; 1913.

3. On trouvera dans la *Revue générale de l'Electricité* (t. I, p. 277; 17 février 1917) l'analyse du jugement rendu à New-York, le 22 septembre 1916, à l'occasion d'un procès intenté par la Compagnie Marconi à la Société Lee de Forest, pour infraction à un brevet que Fleming lui avait transmis. Ce jugement commence par établir l'originalité et l'antériorité de l'invention de Fleming ; il déclare ensuite que les brevets revendiqués par la Société Lee de Forest ne permettent pas d'applications ayant une utilité commerciale, et après avoir démontré que les circuits de la valve Fleming et de l'audion sont équivalents, l'arrêt conclut que les « revendications du brevet Fleming sont valables et que les défendants ont commis une infraction à ces revendications ». Le juge a en même temps reconnu que de Forest avait apporté une contribution intéressante à la science par son audion à trois électrodes.

lame métallique perforée ou par un treillis de fils fins et à laquelle on donne le nom de *grille*, est disposée entre le filament et la plaque.

La plaque et la grille sont isolées du filament et isolées l'une par rapport à l'autre; elles sont réunies à des fils qui sortent de l'ampoule.

La plaque est généralement portée à un potentiel positif élevé par rapport au filament. Si donc la grille n'existait pas, les électrons émis par le filament incandescent se dirigeraient vers la plaque en produisant un courant dans le circuit filament-plaque.

Le rôle de la grille est de produire un champ électrique qui se superpose à celui de la plaque et de modifier ainsi le nombre des électrons qui atteignent la plaque, c'est-à-dire l'intensité du courant dans le circuit filament-plaque.

Supposons que la plaque soit portée à un potentiel élevé par rapport au filament, et qu'on donne à la grille un certain potentiel. Plusieurs cas peuvent se présenter (fig. 5) :

a) Le potentiel de la grille est fortement négatif par rapport à celui des régions voisines du filament. Ce potentiel est donc, *a fortiori*, fortement négatif par rapport à celui de la plaque. Toutes les lignes de force du champ électrique partant du filament et de la plaque vont aboutir à la grille (fig. 5, *a*). Aucun des électrons émis par le filament n'atteint ni la plaque, ni la grille. Il ne passe aucun courant dans le circuit filament-grille ni dans le circuit filament-plaque.

b) La grille est négative par rapport aux régions voisines du filament. Les lignes de force du champ partant de la plaque et du filament aboutissent à la grille, mais certaines de ces lignes, traversant la grille, vont directement de la plaque au filament (fig. 5, *b*). Dans ce cas il n'y a aucun transport d'électrons du filament vers la grille; mais quelques-uns commencent déjà à passer du filament sur la plaque. On ne constate donc aucun courant dans le circuit filament-grille ; il y a un courant très faible dans le circuit filament-plaque.

c) La grille est positive par rapport aux régions voisines du filament, mais reste fortement négative par rapport à la plaque. Les lignes de force qui partent de la plaque aboutissent en partie à la grille et en partie au filament (fig. 5, *c*). On constate un faible courant dans le circuit filament-grille et un courant plus fort dans le circuit filament-plaque.

d) La grille est très fortement positive et peut même être positive par rapport à la plaque. Ce cas ne présente pas d'intérêt pour la théorie envisagée.

En réalité, le filament est porté à l'incandescence par le passage d'un courant (fig. 6) ; le potentiel varie donc en ses différents points qui peuvent correspondre aux cas *a*, *b*, ou *c*.

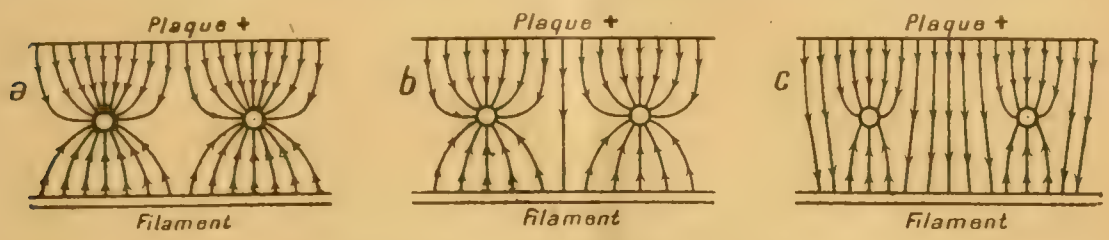


Fig. 5. — *Position des lignes de force du champ électrique entre la plaque et le filament pour divers potentiels de la grille.*

Les courbes qui représentent la variation du courant filament-plaque ou filament-grille en fonction du potentiel de la grille traduisent un effet global correspondant à la totalité du fila-

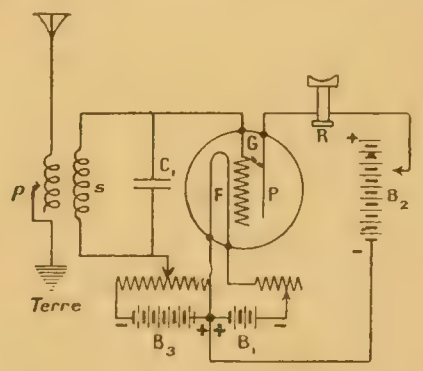


Fig. 6. — *Schéma des connexions de l'audion employé comme détecteur.*

B_1, B_2, B_3, batteries ; *ps*, transformateur ; C_1, capacité ; F, filament ; P, plaque ; G, grille ; R, téléphone.

ment. L'allure de ces *caractéristiques* dépend de la nature des électrodes et de leur distance, du degré de vide, de la température du filament, du potentiel de la plaque, etc.

L'étude complète d'un modèle d'audion exige le tracé des caractéristiques qui correspondent à différentes températures du filament. Pour une température déterminée, il faut également

connaître les caractéristiques relatives à différents potentiels de la plaque. On obtient ainsi une famille de courbes dont l'examen permet de déterminer les conditions du fonctionnement optimum.

Sur la figure 7 on a tracé les caractéristiques d'un audion dont le filament était chauffé par une batterie de 4 volts, la grille étant portée à différents potentiels négatifs à l'aide d'un potentiomètre (voir fig. 6). Pour des potentiels de la grille inférieurs à —11 volts, le courant est nul dans les circuits filament-plaque et filament-grille : tous les points du filamant sont dans le

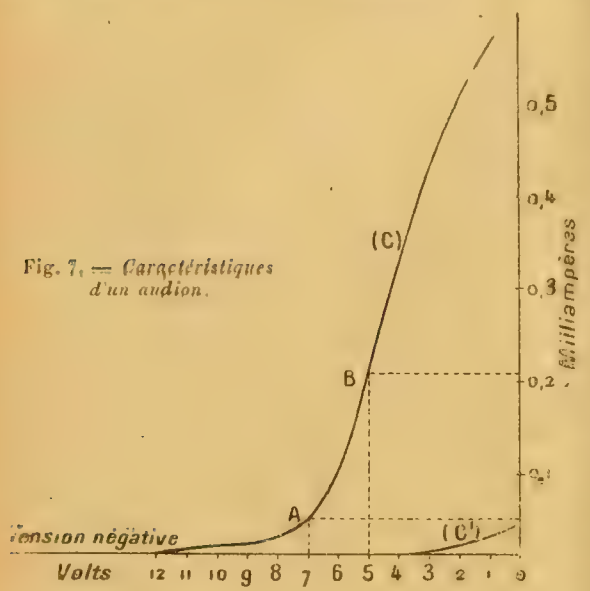


Fig. 7. — *Caractéristiques d'un audion.*

cas (*a*). Entre —11 volts et —4 volts, une région reste dans le cas (*a*) et une autre région de plus en plus étendue est dans le cas (*b*); on n'observe un courant que dans le circuit filament-plaque, (courbe C). Au-dessus de —4 volts, certaines parties du filament deviennent négatives par rapport à la grille et sont dans le cas (*c*); le courant filament-plaque devient de plus en plus intense et un courant filament-grille prend naissance, mais reste très inférieur au premier (courbe C').

L'allure générale des caractéristiques tracées sur la figure 7 va nous permettre de comprendre les divers modes de fonctionnement de l'audion.

§ 2. — Utilisation de l'audion comme détecteur

La caractéristique relative au courant filament-plaque (courbe C, fig. 7) présente, au voisinage du point A, une forte courbure; par conséquent, ce point est un point *détecteur*. Si on donne à la grille le potentiel déterminé par la position du point A, c'est-à-dire —7 volts, et qu'on applique entre le filament et la grille une tension alternative, on obtient dans le circuit filament-plaque un courant redressé analogue à celui que fournit la soupape Fleming; la théorie du fonctionnement est d'ailleurs la même.

On peut remarquer qu'il ne passe aucun courant dans le circuit filament-grille, si ce n'est le faible courant qui charge la capacité de la grille. Le détecteur ne consomme donc pas d'énergie. Il peut, d'ailleurs, être très sensible si l'on combine les éléments de l'audion de manière à obtenir une caractéristique à forte courbure.

La figure 6 représente le montage d'un tube à vide détecteur. Les oscillations produites dans l'antenne agissent sur la bobine secondaire *s*, fortement inductive, aux bornes de laquelle est branchée une faible capacité. Les tensions alternatives produites entre les armatures du condensateur de ce circuit s'ajoutent à la différence de potentiel permanente établie entre le filament et la grille par la batterie B_3. La réception se fait dans un téléphone branché sur le circuit filament-plaque. La plaque est portée à un potentiel positif par rapport à celui du filament au moyen d'une batterie B_2.

En pratique, on substitue à la batterie B_3 et au réducteur de potentiel destinés à donner à la grille la tension négative voulue un dispositif plus simple. Le potentiel négatif que doit avoir la grille par rapport au filament pour que le fonctionnement ait lieu autour du point A de la caractéristique est compris entre 4 et 6 volts environ. Or, c'est précisément une tension de 4 à 6 volts qu'il convient d'appliquer aux bornes du filament pour le rendre incandescent. On a donc songé à se servir de la batterie de chauffage pour communiquer à la grille le potentiel voulu. On supprime la source B_3, ainsi que le réducteur de potentiel, et on intercale dans le circuit filament-grille un condensateur de très faible capacité $\left(\frac{1}{10^5}\text{ mf}\right)$ shunté par une grande résistance (1 mégohm).

§ 3. — Utilisation de l'audion comme amplificateur

Supposons qu'au lieu d'opérer dans la région voisine du point A, on applique à la grille un potentiel négatif d'environ —5 volts, en sorte que le point de fonctionnement soit B (fig. 7).

La caractéristique filament-plaque est sensiblement *rectiligne* au voisinage du point B. Des variations alternatives du potentiel de la grille se traduiront dans le circuit filament-plaque par un courant moyen *nul* et il n'y aura pas de rectification.

Mais, comme la caractéristique est très inclinée sur l'axe des ordonnées, à de faibles variations du potentiel de la grille correspondront de grandes variations d'amplitude du courant filament-plaque et le système agira à la manière d'un *relais*.

Le courant se trouvant ainsi *amplifié*, mais non *rectifié*, pour utiliser un tube amplificateur à la réception d'oscillations électriques, il faudra, une fois l'amplification obtenue, opérer la rectification à l'aide d'un autre détecteur (galène, par exemple, ou tube à vide détecteur). On doit de préférence amplifier d'abord et redresser ensuite, car les détecteurs redresseurs sont, dans certaines limites, d'autant plus sensibles que les oscillations ont des amplitudes plus grandes.

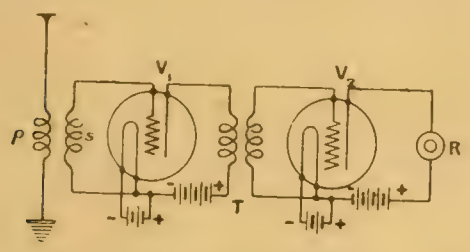


Fig. 8. — *Montage en cascade de deux audions pour accroître l'amplification.*

Pour les oscillations d'amplitudes très petites, l'effet de redressement disparaît. De plus, dans l'amplification à haute fréquence, on bénéficie des avantages sélectifs des circuits résonnants.

L'audion possède sur tout autre relais le grand avantage de ne présenter aucune limite inférieure de sensibilité; car, si l'impulsion reçue est trop faible pour être directement perceptible, on peut l'amplifier plusieurs fois.

Sur la figure 8 on a représenté le montage en cascade de deux audions permettant d'accroître l'amplification. Dans le circuit filament-plaque de celui qui reçoit les oscillations à amplifier, provenant par exemple d'une antenne P, on insère le primaire d'un transformateur T dont l'enroulement secondaire transmet les impulsions amplifiées au circuit filament-grille du deuxième audion. De la même manière l'audion n° 2 peut en actionner un troisième, et ainsi de suite, chaque amplification nouvelle nécessitant, en général, un tube plus volumineux, dont le filament et l'électrode froide ont une surface plus grande, permettant de transporter des courants plus intenses. Le récepteur disposé dans le circuit filament-plaque du dernier audion sera alors actionné par le courant oscillant amplifié total obtenu à partir des oscillations que reçoit le premier audion.

De Forest a mesuré l'amplification par la méthode du téléphone shunté. Il a trouvé qu'un bon audion peut amplifier cinq fois les impulsions initiales. Avec trois appareils en cascade, il a obtenu une amplification égale à 120.

§ 4. — Perfectionnements apportés à l'audion

Lee de Forest a effectué de nombreux essais en vue d'améliorer le fonctionnement de l'audion. Il a essayé des filaments de tungstène, des filaments de platine recouverts de métaux ou de sels alcalins, il a introduit dans l'ampoule différents gaz ou vapeurs, etc. Mais il n'a pas réussi à augmenter la sensibilité obtenue avec un filament de tantale et une atmosphère d'air réduite par un vide extrêmement poussé. Une légère variation du degré du vide, entraînant une modification du nombre des ions présents, se traduit par une variation notable du courant filament-plaque. Le potentiel de la batterie B_2 (fig. 6) qui donne la sensibilité maxima dépend du degré du vide [1].

Quand la tension de cette batterie B_2 a une valeur suffisante, la décharge par les ions qui prennent naissance dans l'ampoule devient visible sous forme d'une lueur bleue. Et même, quand on reçoit sur la grille des signaux intenses, il peut arriver que chacun d'eux se traduise par un vacillement de la lueur permettant de *lire* les signaux radiotélégraphiques. Cette lueur bleue, ainsi que quelques autres phénomènes qui proviennent de la présence d'un gaz résiduel dans l'ampoule, entraînent des irrégularités dans le fonctionnement de l'audion. La production de la lueur bleue, en particulier, est très préjudiciable à la durée de l'ampoule, par suite de la désagrégation du filament qu'entraîne le bombardement intense par les ions positifs. Aussi l'audion semble-t-il moins parfait que certaines modifications à vide beaucoup plus poussé que nous décrirons plus loin.

Les indications générales que nous venons de fournir sur l'audion nous permettront de saisir le fonctionnement de dispositifs plus ou moins perfectionnés, mais constitués toujours par un tube à trois électrodes, qui ont été proposés, soit comme détecteurs, soit comme amplificateurs,

1. Sur l'influence du gaz résiduel dans le fonctionnement de l'audion, voir Ralph Brown : *Physical Review*, 2e série, t. X, p. 253 ; septembre 1917. — Signalons également parmi les travaux récents parus sur l'audion : L. W. Austin : Notes sur l'audion. *Journ. of Washington Acad. of Sc.*, 19 septembre 1917 (analysé dans la *Revue génér. de l'Electricité*, t. III, p. 72 ; 12 janvier 1918) ; G. Vallauri : Essais comparatifs sur les audions. *Revue génér. de l'Electricité*, t. II, p. 887 ; 8 décembre 1917.

soit comme générateurs d'oscillations entretenues et que nous allons décrire brièvement.

§ 5. — **Tube à trois électrodes de Lieben-Reisz**

Lieben et Reisz ont établi un tube à atmosphère gazeuse analogue à l'audion, mais dont l'ioniseur, d'une forme légèrement différente, utilise la propriété qu'ont certains oxydes, en particulier la chaux et la baryte, d'émettre des électrons sous de faibles tensions (voir première partie, ch. II, § 6, p. 179).

Voici, d'après l'un des inventeurs [1], la forme finale du tube Lieben-Reisz (fig. 9).

La cathode de Wehnelt consiste en un ruban de platine de 1 mètre de longueur, 1 mm. de

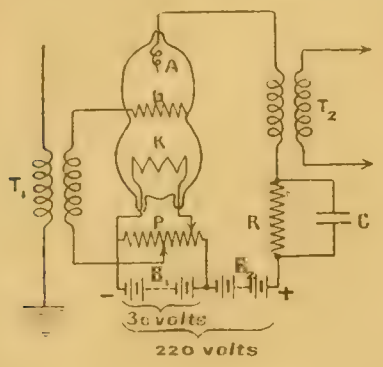


Fig. 9. — *Tube à trois électrodes de Lieben-Reisz.*
A, anode; G, grille; K, cathode; B_1, B_2, batteries; P, potentiomètre; T_1, T_2, transformateurs; R, résistance; C, condensateur,

largeur et 0,02 mm. d'épaisseur, enroulé en zigzag autour d'un support en verre, et recouvert d'une mince couche de chaux ou de baryte. La grille G est un plateau d'aluminium circulaire, perforé de trous d'environ 3,5 mm. de diamètre ; l'anode A, une courte spirale en fil d'aluminium de 2 mm. de diamètre. Les trois électrodes sont montées dans une ampoule de verre ayant la forme indiquée sur la figure 10, de 40 cm. de longueur sur 10 de diamètre maximum.

La cathode est portée au rouge vif (1.000° C.) par une batterie B_1 de 30 volts environ. Le dispositif potentiométrique P permet d'établir une certaine différence de potentiel entre la grille et la cathode.

Le courant qu'on désire amplifier arrive dans le primaire d'un transformateur T_1, dont le secondaire est branché entre le filament et la grille. Le secondaire du transformateur T_2 fournit le courant amplifié. On maintient entre l'anode et la cathode une différence de potentiel d'environ 220 volts et on insère dans le circuit une résistance R afin d'éviter une trop forte augmentation du courant de décharge.

On n'obtient que difficilement une décharge uniforme avec ce dispositif, car les variations que subit la pression du gaz contenu dans l'ampoule modifient la sensibilité et imposent un réglage permanent du potentiel de la grille et de la tension destinée à assurer l'incandescence de la cathode. Aussi a-t-on remplacé le gaz par de la vapeur de mercure, dont la pression peut être maintenue constante par une petite quantité de mercure liquide qu'on dispose dans un petit tube latéral fixé à la partie inférieure de l'ampoule. En réalité, on remplace actuellement le mercure par un amalgame ayant une faible pression de vapeur; la pression du mercure augmente en effet rapidement au-dessus de 20° C., et la densité du courant arrivant sur la cathode peut atteindre une valeur suffisante pour entraîner la fusion de la lame de platine.

Bien que la décharge, dans le tube Lieben-Reisz, soit entretenue par l'oxyde incandescent disposé sur la cathode, la plus grande partie du courant est transportée par la vapeur de mercure. Le vieillissement du tube, qui, dans les modèles primitifs, tenait au gaz résiduel, est ainsi rendu très lent, et on obtient des durées de fonctionnement allant de 1.000 à 3.600 heures.

D'après les inventeurs, le tube permet d'accroître, dans le rapport de 1 à 33, l'amplitude du courant. En associant quatre tubes en cascade, ils ont réalisé une amplification égale à 20.000, avec reproduction parfaite de l'onde primitive pour des courants de fréquence comprise entre 2.000 et 8.000 pér : sec.

Cette forme de relais à gaz a été adoptée par la Telefunken C° comme amplificateur pour la réception des signaux radiotélégraphiques. Mais il est probable que les dimensions notables du tube et les fortes tensions qu'il nécessite limiteront sérieusement le champ de ses applications, malgré la valeur élevée de l'amplification qu'il permet d'obtenir.

III. — Tubes utilisant des décharges purement électroniques

§ 1. — Avantages des décharges purement électroniques

Dans les dispositifs que nous avons décrits jusqu'ici, l'ampoule renferme toujours une certaine quantité de gaz résiduel dont l'influence est loin d'être négligeable, même quand la pression est de l'ordre du dix-millième de mm. de mercure. Les molécules de ce gaz donnent naissance à

1. Reisz : *Electrician*, t. LXXIV, p. 726 ; 1914. Voir également *L'Industrie Electrique*, p. 63, 10 février 1914.

des ions positifs qui neutralisent dans une proportion notable l'« électrisation de l'espace » produite par les électrons et permettent l'établissement de courants relativement intenses sous des tensions inférieures à 50 v. Par contre, la présence d'une atmosphère gazeuse raréfiée entraîne un certain nombre d'inconvénients : les caractéristiques du tube tendent à devenir très irrégulières à mesure que la tension augmente. Il arrive souvent aussi, pour des températures élevées de la cathode et de forts potentiels anodiques, que la décharge est instable et que la caractéristique est légèrement différente suivant qu'on opère sous des tensions croissantes ou des tensions décroissantes. Tous ces effets varient, en outre, avec la composition et la pression du gaz, qui dépendent elles-mêmes de l'intensité et de la durée de la décharge, la pression diminuant considérablement au bout d'un certain temps de fonctionnement, tout comme dans une ampoule à rayons X. Enfin le bombardement de la cathode par les ions positifs entraîne sa désagrégation rapide et réduit très notablement la durée de fonctionnement du tube.

La plupart de ces inconvénients disparaissent par l'utilisation de décharges purement électroniques, ainsi que l'a établi Langmuir[1] dans ses recherches effectuées au laboratoire de la « General Electric C° » (Schenectady, N. Y.). On réalise dans l'ampoule un vide aussi poussé que possible afin de rendre l'ionisation négligeable ; l'émission électronique obéit alors à l'équation de Richardson (voir première partie, ch. II, § 2, p. 175, et § 4, p. 177) et on peut obtenir les courants thermo-ioniques qui lui correspondent, à la condition d'appliquer au tube une tension suffisante pour contre-balancer l'effet d'électrisation de l'espace dû au courant électronique.

Pour distinguer ce modèle de tube de ceux qui contiennent un gaz résiduel, Langmuir a créé le mot de *kenotron*[2]. Ce terme s'applique d'ailleurs plus spécialement aujourd'hui au tube à deux électrodes utilisé comme soupape, celui de *pliotron*[3] servant à désigner un kenotron muni d'une troisième électrode à grille qui lui permet de fonctionner comme amplificateur.

§ 2. — Ampoule à rayons X de Coolidge

L'ampoule à rayons X inventée par Coolidge en 1913[4] peut être considérée comme une des premières applications du kenotron. Rappelons que, dans ce tube, la cathode est constituée par une spirale plate en filament de tungstène qui, portée à l'incandescence par un courant auxiliaire, sert à l'émission des électrons ; la spirale est entourée d'un manchon cylindrique en molybdène destiné à donner au champ électrique une forme telle que le faisceau cathodique vienne former sur l'anticathode un focus convenable. L'anode, ou anticathode, est un cylindre massif en tungstène forgé muni d'un dispositif spécial, variable avec les modèles, et destiné à favoriser le refroidissement. Les diverses pièces internes sont expurgées de tous gaz occlus, afin qu'elles ne puissent donner lieu à aucun dégagement gazeux pendant le fonctionnement. Enfin le vide du tube est poussé jusqu'aux plus extrêmes limites qu'il est possible d'atteindre (pressions de quelques centièmes de micron[1]); dans ces conditions, aucune décharge ne passe quand le filament est froid, même pour des tensions de l'ordre de 100.000 volts. Les électrons qu'émet la cathode quand on la porte à l'incandescence par un courant auxiliaire viennent frapper l'anticathode et donnent naissance aux rayons X. Par suite de l'absence de gaz, le courant ne s'établit que dans une seule direction et n'entraîne aucune désagrégation de la cathode. Ces propriétés permettent au tube de fournir un régime prolongé en donnant un faisceau intense et constant de rayons X. Pour les emplois usuels, le filament peut être maintenu à une température relativement basse; il ne se vaporise ni ne se détériore d'une manière appréciable et la durée de fonctionnement du tube est presque illimitée[2].

1. Voir Langmuir : The pure electron discharge and its applications in radiotelegraphy and telephony. *Electrician*, t. LXXV, p. 240 ; 1915.

2. De κενός, vide.

3. De πλείων, plus grand.

4. W.D. Coolidge : *Physical Review*, 2e série, t. II, p. 409 ; 1913.

1. On peut utiliser pour faire le vide, soit la pompe de Gaede (*Ann. der Physik*, t. XLVI, p. 357; 1913), soit la pompe à condensation de Langmuir (*Physical Review*, 2e série, t. VIII, p. 48; 1916). (Sur les moyens de produire des vides élevés et de mesurer leur pression, consulter également Shrader et Sherwood : *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 70; 1918). On fait le vide en maintenant l'ampoule à la température la plus élevée que puisse supporter le verre sans se ramollir, afin d'éliminer autant que possible les gaz occlus dans les parois. Il est bon également de chauffer les électrodes électriquement à une température d'environ 2.500° C. Malgré ces précautions, la première décharge électronique libère une quantité considérable de gaz occlus dans les couches superficielles des pièces métalliques ; aussi maintient-on la pompe à vide en fonctionnement pendant qu'on fait passer la décharge sous une tension qu'on fait croître jusqu'à une valeur supérieure à la tension normale de fonctionnement.

2. Parmi les études parues récemment sur le tube Coolidge mentionnons : H. Pilon : Les propriétés du rayonnement du tube Coolidge. *Journ. de Radiologie et d'Electrologie*, t. II, n° 4 ; juillet-août 1916.— Radiométallographie ; le tube, l'appareillage, l'application. *Revue gén. de l'Electricité*, t. I, p. 735; 1917. — Un nouveau tube à rayons X du « type Coolidge ». *Ibid.*, t. IV, p. 99; 1918. — Le tube Coolidge, ses applications médicales. 1 brochure de 86 pages, Masson et Cie, éd., Paris, 1919 (Prix : 4 fr.).

§ 3. — Autres formes de kenotron

S. Dushman[1] a décrit d'autres formes de kenotron utilisées pour la rectification des courants alternatifs dans lesquelles l'intensité de la décharge électronique peut atteindre 0,5 ampère pour une température du filament de 2.500° abs. ; la durée de fonctionnement est de 2.000 heures environ. Comme les caractéristiques du kenotron sont parfaitenent stables, on peut monter plusieurs dispositifs en parallèle et rectifier ainsi des courants très intenses[2]. Les oscillogrammes enregistrés montrent que le redressement obtenu est excellent.

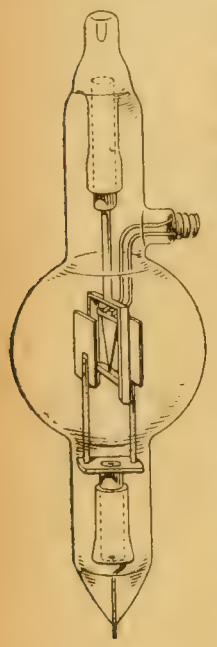


Fig. 10. *Forme de kénotron.*

La figure 10 représente une forme de kenotron pour des tensions allant jusqu'à 50.000 v. Le filament est monté entre deux plateaux parallèles dont l'ensemble constitue l'anode[3].

§ 4. — Le pliotron

La disposition générale du pliotron[4] est très analogue à celle de l'audion. La cathode est constituée par un fil de tungstène en forme de V renversé ou tendu entre les supports. L'anode (en fil de nickel) et la troisième électrode (plaque de nickel perforée) sont disposées de part et d'autre de la cathode et parallèlement à elle, comme l'indiquent les figures 11 et 12. Dans un autre modèle, la grille est une spirale cylindrique en fil de nickel suivant l'axe de laquelle on dispose le filament cathodique, l'anode étant un cylindre coaxial qui entoure à la fois la grille et le filament.

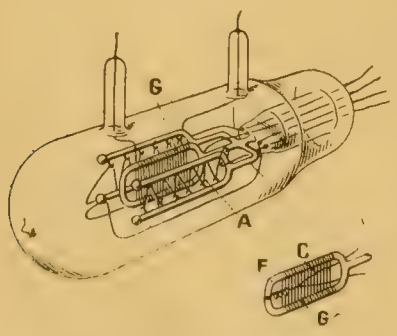


Fig. 11. — *Forme de pliotron.*
A, anode ; C, cathode ; G, grille ; F, cadre en verre.

Comme nous l'avons déjà signalé, les caractéristiques de ces modèles de tubes sont parfaitement régulières et exemptes des perturbations et des régions d'instabilité qu'on rencontre dans les modèles de tube à atmosphère gazeuse. Elles dépendent de la longueur du filament utilisé, de la distance entre le filament et la grille et entre la grille et l'anode, de l'écartement et du diamètre des fils de la grille, des dimensions et de la forme de l'anode, etc.

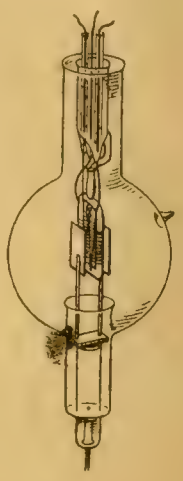


Fig. 12. — *Autre forme de pliotron.*

La figure 13 reproduit les caractéristiques relatives au modèle de pliotron correspondant à la figure 11 : les courbes représentent les courants filament-grille et filament-plaque en fonction du potentiel de la grille, la plaque (anode) étant maintenue au potentiel de 220 v.

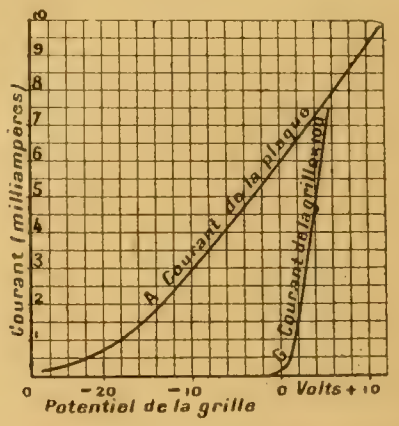


Fig. 13. — *Caractéristiques du pliotron de la figure 11.*

Pour des valeurs différentes du potentiel de l'anode, les courbes s'étagent.

Le pliotron ne peut fonctionner que sous des potentiels anodiques bien supérieurs à ceux que nécessite l'audion. Ces potentiels peuvent d'ailleurs atteindre plusieurs milliers de volts sans que se produise une ionisation positive suffisante pour déterminer l'apparition de la lueur bleue.

1. S. Dushman : *General Electric Review*, t. XVIII, p. 156 ; 1915, — et *Electrician*, t. LXXV, p. 276 ; 1915.
2. Plusieurs kenotrons étant réunis en parallèle, chacun d'eux prend sa part du courant total. Au contraire, les arcs au mercure et autres appareils analogues ne supportent pas le montage en parallèle : l'un des appareils prend tout le courant, les autres ne fonctionnent pas.
3. Cette disposition a été adoptée afin d'équilibrer autant que possible les forces électrostatiques qui s'exercent entre l'anode et le filament et qui pourraient devenir suffisantes, aux tensions élevées, pour briser le filament.
4. I. Langmuir : *General Electric Review*, t. XVIII, p. 327, 1915 ; — *Electrician*, t. LXXV, p. 240 ; 1915.

De nombreux modèles de pliotron ont été proposés. En réalité, ils ne diffèrent guère de ceux que nous avons décrits que par des modifications de détail relatives à la disposition ou à la forme des électrodes, modifications destinées à accroître la sensibilité ou à étendre les limites d'emploi.

IV. — Théorie mathématique du fonctionnement des tubes a trois électrodes et a atmosphère raréfiée[1]

§ 1. — Equation de la caractéristique

Nous supposerons que le nombre des ions positifs dus à l'ionisation par choc des molécules du gaz résiduel est négligeable vis-à-vis du nombre des électrons émis par la cathode.

Considérons le dispositif représenté schématiquement sur la figure 14: F désigne le filament,

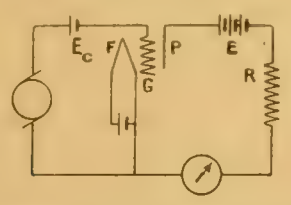


Fig. 14. — *Schéma de fonctionnement d'un tube à vide à trois électrodes.*

F, filament; G, grille; P, plaque; E, batterie; R, résistance.

P l'anode (ou plaque) et G la grille disposée entre F et P. Supposons nul le potentiel de F, celui de P étant maintenu positif par la batterie E. Nous ferons successivement les hypothèses suivantes :

a) Le potentiel communiqué effectivement à la grille est nul ($E_c = 0$);

b) Ce potentiel a une valeur constante (E_c = const.);

c) Outre la source constante de potentiel, on fait agir sur la grille une force électromotrice alternative qu'on désire redresser ou amplifier.

1. Si E_c est nul, le champ électrique entre le filament F et la grille G n'en a pas moins une valeur définie et différente de zéro qui dépend du potentiel de l'anode P: cela tient à ce que le champ produit par la plaque agit à travers les ouvertures de la grille. Désignons par E_B le potentiel de P. En un point voisin de F, le champ est identique à celui que produirait une différence de potentiel γE_B établie directement entre le filament F et un plan imaginaire qui coïnciderait avec celui de la grille. La valeur de γ dépend de la structure et de la position de la grille; si la grille est à réseau très fin, γ est presque nul; si la grille est enlevée, ce qui revient à la supposer reportée sur la plaque, γ est égal à l'unité. La grille se comporte donc comme si elle était portée au potentiel E_s défini par la relation :

$$(1) \qquad E_s = \gamma E_B + \varepsilon,$$

ε étant un terme assez faible, généralement de l'ordre de 1 volt, qui dépend d'un certain nombre de facteurs (différence de potentiel de contact entre la cathode et la grille, puissance développée dans le filament, etc.) et qu'on peut souvent négliger vis-à-vis de γE_B. Il est évident que le courant entre l'anode et la cathode doit dépendre de E_s.

2. Supposons maintenant qu'on établisse entre la grille et le filament une différence de potentiel constante E_c. Le courant entre la cathode et la plaque devient une fonction de E_s et de E_c qu'on a trouvé empiriquement être de la forme :

$$(2) \qquad I = \alpha(E_s + E_c)^2;$$

la constante α dépend du mode de disposition des divers éléments. D'où, en tenant compte de l'équation (1) :

$$(3) \qquad I = \alpha(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)^2.$$

Cette équation donne la valeur du courant dans le circuit filament-plaque en fonction des potentiels de la plaque et de la grille, celui du filament étant nul.

On voit que le courant persiste pour des valeurs négatives du potentiel E_c de la grille et s'annule seulement pour

$$E_c = -(\gamma E_B + \varepsilon).$$

Les dérivées partielles de I par rapport à E_B et à E_c sont :

$$(4) \qquad Q = \frac{\partial I}{\partial E_B} = 2\alpha\gamma(\gamma E_B + E_c + \varepsilon),$$

$$(5) \qquad S = \frac{\partial I}{\partial E_c} = 2\alpha(\gamma E_B + E_c + \varepsilon);$$

d'où,

$$(6) \qquad \frac{Q}{S} = \gamma = \text{const.}$$

3. Si les potentiels communiqués à la plaque et à la grille proviennent de diverses sources, on aura, en généralisant l'équation (3) :

$$(7) \qquad I = \alpha(\gamma \Sigma E_B + \Sigma E_c + \varepsilon)^2.$$

Si, par exemple, on superpose une force électromotrice alternative $e \sin pt$ à la différence

1. Van der Bijl : *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 171; 1918.

constante de potentiel filament-grille, E_c, l'équation précédente devient :

$$(8) \qquad I = \alpha(\gamma E_B + E_c + e \sin pt + \varepsilon)^2,$$

qu'on peut écrire :

$$(9) \quad I = \alpha(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)^2 + 2\alpha(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)\, e \sin pt + \frac{\alpha e^2}{2} \cos(2pt + \pi) + \frac{\alpha e^2}{2}.$$

Le premier terme du second membre représente le courant continu permanent entretenu par les potentiels E_B et E_c quand la tension alternative est nulle (éq. 3). Le second représente le courant alternatif dans le circuit d'utilisation : ce courant a la même fréquence que la tension alternative appliquée entre le filament et la grille et il est en phase avec elle ; quand le dispositif fonctionne comme amplificateur, c'est le seul courant utile qu'on ait à envisager. Le troisième terme traduit la présence du premier harmonique. Le dernier, proportionnel au carré de la tension, représente la variation du courant continu que produit la tension alternative appliquée : c'est le seul courant qui soit efficace quand le dispositif fonctionne comme détecteur d'oscillations (redresseur).

L'impédance R_o de l'amplificateur par rapport au circuit d'utilisation peut être calculée par la relation :

$$(10) \qquad \frac{1}{R_o} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{\partial I}{\partial E_B}\, dt,$$

T désignant la période $\frac{2\pi}{p}$ du courant à amplifier, d'où, en introduisant la valeur de $\frac{\partial I}{\partial E_B}$ que fournit l'équation (8) :

$$\frac{1}{R_o} = \frac{1}{T} \int_0^T 2\alpha\gamma(\gamma E_B + E_c + \varepsilon + e \sin pt)\, dt,$$

et, par intégration :

$$(11) \qquad \frac{1}{R_o} = 2\alpha\gamma(\gamma E_B + E_c + \varepsilon) = Q,$$

ou encore :

$$R_o = \frac{1}{2\alpha\gamma(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)} = \frac{\gamma E_B + E_c + \varepsilon}{2\alpha\gamma(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)^2},$$

ce qui, en tenant compte de l'équation (3) et posant $\mu_o = \frac{1}{\gamma}$, devient :

$$(12) \qquad R_o = \frac{E_B + \mu_o(E_c + \varepsilon)}{2I}.$$

La comparaison des équations (6) et (11) fournit immédiatement :

$$(6\,bis) \qquad S = \frac{1}{\gamma R_o} = \frac{\mu_o}{R_o}.$$

Cette relation est importante, les qualités d'un dispositif dépendant grandement de la valeur de S. Quand la résistance R du circuit d'utilisation est nulle (fig. 14), la tension E_B appliquée entre le filament et la plaque est égale à E, tension de la batterie insérée dans le circuit EPRE. Si la résistance R n'est pas nulle, on a, en vertu de la loi d'Ohm :

$$(13) \qquad E_B = E - RI.$$

L'équation (8) devient alors :

$$(14) \qquad I = \alpha[\gamma(E - RI) + E_c + \varepsilon + e \sin pt]^2.$$

La valeur de I fournie par cette équation du second degré a une expression assez complexe.

§ 2. — Equations d'amplification

D'une manière générale, on peut représenter le courant dans le circuit extérieur FPER (fig. 14) par une relation de la forme

$$(15) \qquad I = \varphi(E_B, E_c),$$

d'où l'on tire :

$$(16) \qquad \frac{dI}{dE_c} = \frac{\partial I}{\partial E_B}\frac{dE_B}{dE_c} + \frac{\partial I}{\partial E_c},$$

ce qui donne la variation du courant dans la résistance R en fonction de la variation du potentiel de la grille. En tenant compte de (4) et (5) la relation précédente peut s'écrire :

$$\frac{dI}{dE_c} = 2\alpha(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)\left[\gamma \frac{d(E - RI)}{dE_c} + 1\right]$$

d'où l'on tire, E étant une constante :

$$\frac{dI}{dE_c} = \frac{2\alpha(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)}{1 + 2\alpha\gamma R(\gamma E_B + E_c + \varepsilon)}.$$

Multipliant les deux membres par R, posant $\gamma = \frac{1}{\mu_o}$, et tenant compte de la relation (3), on a :

$$(17) \qquad \frac{R\,dI}{dE_c} = \frac{\mu_o R}{R + \frac{E_B + \mu_o(E_c + \varepsilon)}{2I}}.$$

Or, $R\,dI$ est la variation de potentiel aux extrémités de la résistance R et dE_c la variation de la tension d'alimentation. Par suite, l'équation (17) donne l'*amplification de la tension* produite par le dispositif ; nous la désignerons par μ. En tenant compte de la relation (12), qui donne l'impédance de l'amplificateur par rapport au circuit extérieur, on voit que l'amplification μ de la tension a pour expression :

$$(18) \qquad \mu = \frac{\mu_o R}{R + R_o};$$

elle s'approche asymptotiquement de la valeur μ_o, qui est atteinte quand la résistance extérieure

R devient infiniment grande vis-à-vis de l'impédance R_o que possède l'amplificateur lui-même dans le circuit extérieur.

Pour pouvoir calculer l'*amplification de la puissance*, il est nécessaire de connaître l'impédance du dispositif par rapport au circuit d'alimentation, c'est-à-dire l'impédance du circuit FGE_c (fig. 14). Or, dans les conditions admises jusqu'ici, l'amplificateur est actionné de manière qu'aucun courant ne passe dans FGE_c; l'impédance de ce circuit doit donc être considérée comme infinie et la puissance correspondante comme indéterminée. Mais, si l'on établit entre le filament et la grille une résistance élevée qu'on puisse considérer comme la résistance R_i du circuit d'alimentation de l'amplificateur, on pourra supposer la tension d'alimentation égale à la tension e_i qui s'établit entre les extrémités de cette résistance.

Désignons par e la tension qui s'établit entre les extrémités de la résistance extérieure R; les puissances développées sont, respectivement, $\frac{e^2}{R}$ et $\frac{e_i^2}{R_i}$ et le pouvoir d'amplification de la puissance est :

$$\eta = \frac{e^2 R_i}{e_i^2 R} = \mu^2 \frac{R_i}{R},$$

ce qui, en tenant compte de (18), devient :

$$(19) \qquad \eta = \frac{\mu_o^2 R_i R}{(R + R_o)^2};$$

l'amplification est donc maxima pour $R = R_o$.

La puissance développée dans la résistance extérieure R est :

$$(20) \qquad P = \frac{\mu_o^2 e_i^2 R}{(R + R_o)^2}.$$

Cette puissance est encore maxima pour $R = R_o$, c'est-à-dire lorsque la résistance R du circuit d'utilisation est égale à l'impédance R_o du tube.

On voit facilement que l'*amplification du courant* est donnée par :

$$(21) \qquad \xi = \frac{\mu_o R_i}{R + R_o},$$

d'où il résulte que l'amplification s'approche asymptotiquement de zéro à mesure que R augmente, l'amplification maxima étant réalisée quand R est négligeable vis-à-vis de R_o.

Posant $R = R_o$ dans (19) et $R = 0$ dans (21) et se rappelant que le coefficient angulaire S de la tangente à la caractéristique filament-plaque par rapport au potentiel de la grille est $S = \mu_o R_o$, on obtient pour l'amplification maxima de la puissance :

$$(19\ bis) \qquad \eta' = \frac{\mu_o R_i}{4} S,$$

et pour l'amplification maxima du courant :

$$(21\ bis) \qquad \xi' = R_i S.$$

Ces relations montrent le rôle important que joue le coefficient angulaire de la tangente à la caractéristique filament-plaque dans l'étude du fonctionnement des tubes à vide.

V. — Quelques formes récentes des tubes a décharge thermo-ionique

Les nombreux modèles de tubes proposés ces dernières années peuvent se rattacher aux deux types principaux que nous avons décrits : le tube à deux ou trois électrodes, avec ou sans atmosphère.

§ 1. — Tubes à deux électrodes

G. S. Meikle[1] a décrit des redresseurs thermo-ioniques à deux électrodes pouvant être utilisés à la charge des batteries dans les stations centrales. Le kenotron nécessitant l'emploi de fortes tensions, M. Meikle l'a modifié par l'introduction d'argon dans l'ampoule sous une pression de 3 à 8 cm. de mercure. Cet argon, tout en fournissant des ions positifs en quantité suffisante pour neutraliser l'effet d'électrisation de l'espace, n'influe pas sur l'émission de la cathode de tungstène et n'en entraîne aucune détérioration sérieuse. Les tubes fonctionnent d'une manière satisfaisante pour des courants allant d'une fraction d'ampère à plusieurs ampères, et sous des potentiels compris entre 2 et 3 volts et plusieurs centaines de volts.

S. E. Russell[2] a décrit assez récemment un modèle industriel de redresseur à atmosphère d'argon permettant de fournir des courants de 2 à 6 ampères; il le désigne sous le nom de « redresseur Tungar » (*Tungar rectifier*).

§ 2. — Tubes à trois électrodes fonctionnant comme rectificateurs

De même, W. C. White a établi qu'une trace de certains gaz accroît la sensibilité du pliotron détecteur. Il introduit une petite quantité d'amalgame d'argent qui donne une pression facile à régler et à maintenir constante. La pression est bien moindre que dans l'audion et le nombre des ions positifs est négligeable vis-à-vis de celui des électrons[3].

---

1. G. S. Meikle : *Lumière Electrique*, 2e série, t. XXXIV, p. 209; 1916. *Electrical Review* (Londres), t. LXXVIII, p. 472; 1916.

2. R. E. Russell : *General Electric Review*, t. XX, p. 209; 1917.

3. Tous les appareils que nous avons qualifiés de *rectificateurs* : valve Fleming, audion de Forest employé comme rectificateur, kenotron, etc., sont surtout employés, ainsi que

§ 3. — Tubes amplificateurs à trois électrodes

L'amplification fournie par un tube à trois électrodes ne dépend pas de la fréquence du courant. Aussi a-t-on pu utiliser ces tubes à l'amplification de courants téléphoniques ordinaires en vue d'augmenter la distance de transmission. On relie à la grille et au filament les conducteurs qui aboutissent au récepteur dans les montages ordinaires ; le récepteur est alors, soit introduit dans le circuit filament-plaque, soit branché sur le secondaire d'un transformateur dont le primaire fait partie du circuit filament-plaque. Plusieurs tubes peuvent être montés en cascade en vue d'accroître l'amplification.

On a utilisé les tubes à vide à trois électrodes comme relais dans quelques essais récents de téléphonie par fil à grande distance, entre New-York et San Francisco, sur une distance de 5.000 km. Un emploi analogue de ces tubes, sur la ligne Paris-Marseille, a montré qu'on peut ainsi réaliser une économie considérable de cuivre dans la construction de la ligne.

§ 4. — Tubes générateurs à trois électrodes

Les tubes à vide à trois électrodes du type pliotron ont pu être utilisés, grâce à une légère modification des circuits, comme générateurs d'oscillations électriques. La tension alternative, au lieu d'être empruntée à une source extérieure, provient de l'enroulement L_2 d'un transformateur, dont l'autre enroulement L_1 est branché sur le circuit de la plaque (fig. 15).

Si l'on applique une petite différence de potentiel oscillatoire au circuit filament-grille, il en résulte une oscillation amplifiée dans le circuit filament-plaque. Pour des connexions convenables du transformateur, ce courant amplifié filament-plaque induit une nouvelle variation amplifiée du potentiel dans le circuit filament-grille. Il en résulte un nouveau courant amplifié dans le circuit filament-plaque ; et, ainsi de suite, les circuits réagissent l'un sur l'autre et l'amplitude des oscillations va en croissant dans le circuit filament-plaque jusqu'à ce que le système entier atteigne un régime stable. Il s'établit ainsi des oscillations suffisamment intenses qui dépendent des dimensions du tube et qu'on peut utiliser grâce à un troisième enroulement E monté sur le transformateur.

La fréquence des oscillations est déterminée par l'inductance de l'enroulement L_1 et par la capacité C_1 du circuit de la plaque ; en faisant varier ces données, on peut modifier la fréquence dans des limites étendues. Ainsi W. C. White[1] a pu, avec un même pliotron, obtenir des fréquences comprises entre une demi-période et 50 millions de périodes par seconde.

Le tube à trois électrodes fournit un courant alternatif parfaitement stable, sinusoïdal, dont

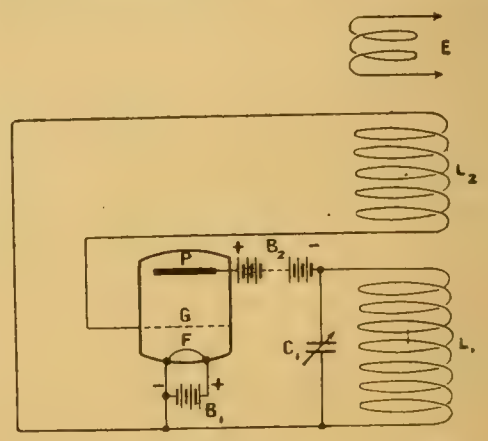


Fig. 15. — *Tube générateur à trois électrodes.*
P, plaque ; G, grille ; F, filament ; B_1, B_2, batteries ; C_1, capacité ; L_1, L_2, E, enroulements d'un transformateur.

la fréquence peut être modifiée à volonté. En faisant varier les dimensions du tube et la caractéristique, on agit sur l'amplitude. On a construit des pliotrons fournissant des puissances de 1 kilowatt et on peut obtenir des puissances supérieures en montant plusieurs tubes en parallèle.

Le tube à trois électrodes constitue un générateur intéressant d'oscillations entretenues pour la télégraphie et la téléphonie sans fil : 300 à 500 de ces tubes ont été utilisés dans les expériences de transmission de la parole à longue distance par téléphonie sans fil qui ont été entreprises en 1916, entre la station américaine d'Arlington et la Tour Eiffel, et entre Arlington et Honolulu, sur une distance de 5.000 milles.

Les plus petits modèles de tubes oscillants constituent également des détecteurs très simples de télégraphie sans fil par ondes entretenues. On monte le tube récepteur de manière qu'il engendre des oscillations locales d'une fréquence assez voisine de la fréquence utilisée pour la transmission. On fait interférer ces fréquences,

nous l'avons indiqué, pour supprimer l'une des deux alternances d'un courant alternatif. On peut utiliser les deux alternances et obtenir un courant toujours de même sens, vraiment *redressé* par renversement d'une alternance sur deux, en associant d'une manière convenable deux des appareils.

1. William C. White : *Lumière Electrique*, 2e série, t. XXXIII, p. 81 ; 1916.

qui sont toutes deux trop élevées pour être perçues isolément au téléphone : elles produisent des battements d'une fréquence égale à la différence des fréquences primitives et perceptibles dans le récepteur téléphonique où ils donnent une note musicale.

§ 5. — **Remarques sur les caractéristiques de certains tubes récents à trois électrodes.**

La forme de la caractéristique représentée sur la fig. 13 n'est pas la seule possible. Dans certains dispositifs, on a obtenu des caractéristiques

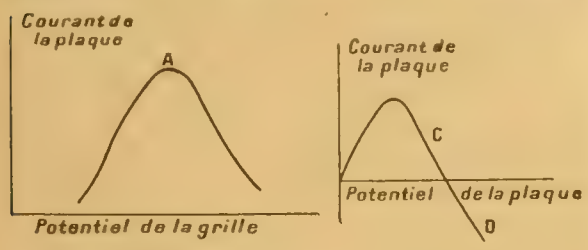


Fig. 16 Fig. 17

Fig. 16 et 17. — *Caractéristiques de certains tubes à trois électrodes.*

qui ont la forme générale indiquée par les figures 16 et 17. On remarquera que l'axe des abscisses représente le potentiel de la grille sur la figure 16, et celui de la plaque sur la figure 17.

La particularité intéressante de la caractéristique représentée sur la figure 16 est le maximum du point A. Evidemment, si l'on actionne le tube en ce point, il y aura rectification parfaite, c'est-à-dire qu'un potentiel oscillatoire appliqué à la grille donnera, pour les deux alternances consécutives, une diminution de courant.

La caractéristique de la figure 17 possède une branche descendante CD analogue à la caractéristique bien connue d'un arc. Quand le tube est réglé pour fonctionner sur un point de cette branche, le tube doit posséder les mêmes propriétés qu'un arc. Autrement dit, la production d'oscillations devient possible sans aucun couplage des circuits de la grille et de la plaque[1].

Il importe d'ailleurs de remarquer que toutes les caractéristiques envisagées sont des *caractéristiques statiques*, puisqu'elles représentent les variations du courant produites par des accroissements lents du potentiel. Les *caractéristiques dynamiques*, qui seraient relatives à des variations rapides du potentiel, comme c'est le cas pour des oscillations de haute fréquence, ne sont encore que très mal connues. On a cependant des raisons de croire que, pour un vide suffisamment poussé, les caractéristiques statique et dynamique peuvent être considérées comme identiques.

A. Boutaric,

Agrégé de l'Université, Docteur ès sciences,
Chargé d'un Cours complémentaire de Physique
à l'Université de Montpellier.

1. On trouvera une étude des brevets pris en 1917 sur les tubes à décharge thermo-ionique dans I. Schoenberg : Notes on valve patents published in 1917. *Year Book of Wireless Telegraphy and Telephony, 1918* (The Wireless Press Ltd, London), p. 928-951.

L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DE LA FILLETTE MUSULMANE ET LA RÉNOVATION DES ARTS FÉMININS INDIGÈNES AU MAROC

Depuis l'établissement de notre protectorat au Maroc, de grands efforts ont été faits par l'Administration française pour développer les œuvres d'enseignement et mettre à la disposition tant des colons que des indigènes des institutions scolaires appropriées aux besoins du pays. Et ce n'est pas une des moindres causes d'étonnement pour le voyageur qui débarque aujourd'hui dans notre nouvelle et belle colonie de constater les immenses résultats réalisés, en si peu de temps, dans cette si importante voie. Des lycées, des collèges, des écoles primaires, des écoles professionnelles s'élèvent de toutes parts, des maitres dévoués se multiplient pour instruire les enfants qui leur sont confiés, des élèves tant français qu'indigènes se pressent aux portes des nouveaux établissements.

Celui qui, comme moi, eut la bonne fortune de pénétrer à l'intérieur des nouvelles écoles, de voir de près ces institutions et de juger de leur installation, est frappé par l'esprit de méthode qui préside à toute cette organisation.

Il est vrai qu'au Maroc est une Direction de l'Enseignement des plus vigilantes, toujours en éveil, constamment au travail et qui, depuis qu'elle est créée, ne songe, non pas qu'à améliorer, car avant elle rien n'existait, mais qu'à innover, à aller de l'avant.

Il est vrai aussi que cette Direction a à sa tête un homme vraiment d'élite, fonctionnaire aussi actif que bien doué au point de vue de l'organisation. Il faut voir M. Loth dans son cabinet, au milieu de ses collaborateurs immédiats, entouré de ses dossiers, pour se faire une juste idée de la lourde tâche qui lui incombe dans ce pays neuf. Quant on voit ce qu'il a fait en si peu de temps, les énormes résultats qu'il a obtenus, les créations qu'il a fait aboutir, on se demande comment tout cela a été possible.

Je ne puis suivre ici toutes les initiatives de M. Loth. Je n'en retiendrai qu'une seule, qui lui fait le plus grand honneur, car, à la fois, elle a pour but d'instruire et de relever le niveau social et moral, et par cela même tend à rapprocher les indigènes que la méfiance, entretenue par l'ignorance, tenait jusqu'ici éloignés de nous : l'œuvre de l'organisation du travail de la femme musulmane et de la rénovation des arts féminins marocains. Pour peindre cet effort, indiquer le but poursuivi et montrer les résultats atteints, je prendrai pour exemple l'Ecole professionnelle de Salé.

***

L'Ecole professionnelle de Salé eut pour origine l'exploitation d'un atelier de broderie local pour fillettes musulmanes, créé et dirigé par une maîtresse indigène.

En octobre 1913, l'attention de M. Loth fut attirée sur ce foyer d'éducation féminine. Il vit de suite toute l'importance qu'il y aurait à lui donner plus d'extension, tant au point de vue de l'enseignement professionnel qu'à celui de la colonisation en général, car, avec sa clairvoyance ordinaire, il percevait là un moyen pacifique de pénétration dans les milieux arabes. Il chargea Mlles Brouillot, qui parlent couramment l'arabe et qui ont une connaissance étendue de la société musulmane, d'étudier la question. Ces demoiselles appartiennent au cadre des institutrices françaises, mais il est juste d'ajouter qu'elles ne sont point des institutrices ordinaires ; l'une et l'autre sont diplômées des langues orientales, elles ont beaucoup voyagé, séjourné longtemps en Tunisie et sont douées d'un véritable tempérament d'artiste.

Mlles Brouillot se mirent aussitôt à la tâche. Tout en étudiant la question qui leur était confiée, elles intervenaient de plus en plus activement dans la marche de l'atelier de broderie indigène, donnant leurs conseils, modifiant les méthodes de travail, recommandant des modèles et des couleurs à l'exclusion d'autres ; sans heurt, elles arrivèrent ainsi à transformer l'école primitive. C'est donc avec un tact parfait et en se basant sur ce qu'elles savaient de la mentalité de la femme marocaine, de son caractère, de ses facultés, de ses aspirations, qu'elles déduisirent ce qui pourrait être fait. Comme suite aux rapports qu'elles adressèrent à la Direction de l'Enseignement, on envisagea, en octobre 1915, la possibilité de la création d'une école-atelier d'arts indigènes réservée à la femme musulmane et de direction entièrement française. Le projet fut mis à exécution, et, le 1er mars 1916, la nouvelle école ouvrait ses portes. Mme Driss Amor (une des demoiselles Brouillot, alors mariée) fut appelée à la direction de l'établissement, avec sa sœur pour collaboratrice immédiate ; en plus de la direction matérielle, ces dames se chargeaient de la conduite artistique des ateliers, de la composition des modèles, etc.

En somme, trois étapes bien distinctes se présentent dans l'installation de l'Ecole professionnelle de Salé : jusqu'en octobre 1913, simple atelier indigène ; d'octobre 1913 au 1er mars 1916, école encore indigène, mais avec conseillères artistiques et techniques françaises ; depuis le 1er mars 1916, établissement nettement français avec direction française. Cette sage progression était bien faite pour ne pas froisser les susceptibilités des indigènes.

***

La nouvelle Ecole professionnelle de Salé dépend entièrement de la Direction de l'Enseignement, qui a pris à sa charge le local et le personnel enseignant. Les fonds nécessaires à l'achat des matières premières et aux rétributions des apprenties sont constitués par la vente des objets exécutés sur commande.

L'école est installée dans une maison indigène du quartier de Bab Hassein, au Dar El Haj' Allal, qui a été réparée et aménagée aussi bien que son édification première le permettait. Elle comprend, comme toute maison arabe, une cour intérieure principale sur laquelle ouvrent, au rez-de-chaussée, deux grandes pièces servant d'ateliers, l'un pour les travaux de la laine, l'autre pour les travaux de l'aiguille, et deux pièces plus petites transformées en bureau et en magasin où sont enfermés les laines et les modèles. Au premier étage sont quatre autres pièces ; dans l'une sont conservés les produits tinctoriaux ; les autres, libres, sont réservées pour être plus tard aménagées en salles de classe. Dans des cours adjacentes, formant dépendances, a été installée la teinturerie.

La surveillance de chaque atelier est exercée par une institutrice française ; l'enseignement

technique seul est confié à des maîtresses indigènes formées par l'école. La maîtresse principale, ainsi que sa famille, est logée à l'école; ses filles et petites filles font l'office de sous-maîtresses, gardiennes ou surveillantes; elles exécutent aussi en partie les commandes faites à l'école.

Au début, c'est-à-dire jusqu'au 1er mars 1916, l'enseignement ne portait que sur la broderie, la confection du trousseau de la jeune fille musulmane, l'enseignement ménager et l'éducation générale. A partir de cette date, on y ajouta, sur la demande de M. Loth, le travail de la laine et le tissage indigène des tapis et couvertures. Rien d'étonnant qu'à l'école indigène la broderie fut le principal enseignement. La broderie, en effet, est l'art domestique le plus goûté dans la plupart des milieux féminins aisés du Maroc; mais cet art était tombé dans une vulgarité désespérante, par suite du mauvais goût dans le choix des tissus de support, des thèmes décoratifs et des couleurs. Mme Amor et sa sœur luttèrent patiemment contre cette décadence et tous leurs efforts tendirent à faire revivre les vieux procédés et les anciens modèles qui étaient fort beaux. Elles firent de même pour le tissage des tapis lorsqu'en décembre 1915 M. Loth leur demanda d'étudier un projet de création d'atelier pour le travail de la laine. Avec leur caractère d'artiste, elles surent donner à ce projet un cachet tout à fait spécial, qui fait aujourd'hui de l'école de Salé un établissement vraiment modèle.

C'est pourquoi, actuellement, l'enseignement de l'Ecole professionnelle de Salé est des plus variés.

Les travaux à l'aiguille portent sur la coupe et la couture, la confection du trousseau, l'exécution des entre-deux, la broderie aux points de Salé et de Rabat, la copie de vieilles broderies, la réparation des broderies anciennes, les montages divers en application de la broderie marocaine à l'ameublement européen.

Le travail de la laine comporte le nettoyage, le cardage et le filage, la confection des tapis neufs d'après des modèles récents, des adaptations et compositions modernes inspirées de l'ancien, la reproduction des vieux tapis, la réparation des tapis anciens et modernes.

Les enfants participent en outre à la préparation des matières tinctoriales et aux travaux de la teinturerie; ils étudient aussi l'application des procédés de teinture anciens.

L'enseignement du français, qui a été demandé par quelques familles et qu'on ne peut par conséquent pas refuser, est entièrement pratique et oral; il consiste en la connaissance des termes propres à chacune des parties professionnelles de l'enseignement et en conversations au moyen de tableaux muraux représentant des scènes de la vie arabe bien connues des enfants.

On y joint des notions d'enseignement ménager et des principes d'éducation générale.

Le but qu'on se propose d'atteindre à l'école de Salé est d'amener progressivement les élèves à fournir un travail réglementé et ponctuel qui, dans l'avenir, puisse rendre possible l'application d'un programme plus étendu. Pour le moment, ce serait une faute de leur imposer une discipline trop sévère qui ne ferait que les rebuter ou les effaroucher, les difficultés du début, qui ne sont d'ailleurs pas encore tout à fait effacées, ayant été l'observance des heures de rentrée et de sortie, l'acceptation des jours de congé et la présence régulière et quotidienne.

L'école est exclusivement réservée aux fillettes musulmanes âgées de quatre à quinze ans. Aucune connaissance n'est exigée d'elles pour leur admission. Les enfants entrent à l'école à 8 heures du matin, y prennent le repas de midi et en sortent à 6 heures du soir. Les ateliers vaquent le vendredi (jour religieux musulman), le dimanche (sauf la section de broderie) et les jours de fêtes musulmanes.

L'atelier indigène n'était fréquenté que par les fillettes des notables de la ville et par un certain nombre d'enfants de la bourgeoisie; depuis qu'elle a été transformée, l'école a des élèves appartenant à toutes les classes de la société; mais une sorte de sélection se produit dans le choix des sections : celle de la broderie étant surtout suivie par les enfants des familles riches, celle du tissage par ceux des classes moyenne et pauvre. C'était bien ce qu'avait prévu M. Loth; en créant un atelier de travail de la laine, il avait, en effet, surtout en vue l'intérêt des familles peu fortunées.

Lors de mon passage à Salé, l'école comptait 70 élèves dont la répartition était la suivante :

Groupe enfantin : 15 élèves de quatre à sept ans qu'il s'agit surtout d'amuser, de soigner et d'intéresser peu à peu au travail de la maison; les plus âgées savent tenir une aiguille et s'occupent de la préparation et du triage de la laine en flocon.

Groupe moyen : 35 élèves de sept à dix ans qui sont déjà initiées aux travaux de l'aiguille, apprennent à carder et filer la laine et reçoivent les premières notions de tissage.

Groupe supérieur : 20 élèves de dix à quinze ans auxquelles sont enseignés les derniers éléments de l'art professionnel indigène de la broderie et de la confection des tapis.

L'école serait plutôt une distraction pour la petite musulmane, dont l'existence est assez monotone. Aussi faut-il une grande surveillance pour obtenir de l'élève un travail régulier, surtout s'il n'est pas pour elle une nécessité. De là vient que les élèves des ateliers de tissage, qui presque toutes appartiennent à des familles peu fortunées, portent plus d'attention et sont plus travailleuses que celles de la section de broderie.

*
* *

La transformation de l'atelier indigène de Salé en école professionnelle française fut pour Mmes Amor et Brouillot une période de grand labeur, en même temps qu'une époque de très délicat travail diplomatique, qu'elles seules, par leur connaissance approfondie de la société musulmane, étaient à même de mener à bonne fin. En même temps, en effet, qu'elles s'occupaient de l'aménagement de la future école, de la confection du matériel, du recrutement et de la formation des maîtresses ouvrières, elles préparaient le milieu intéressé à l'idée de confier les enfants à une école de création et de direction entièrement françaises. Or l'atelier indigène qu'il s'agissait de transformer était fréquenté presque uniquement par des filles de notables, et c'est parmi ces derniers qu'on rencontre, en pays musulman, le plus d'attachement aux principes établis et, par conséquent, le plus de résistance à tout ce qui s'oppose à ces principes ou les combat.

C'est pourquoi, au début de leur intervention, elles bornèrent leur action aux travaux manuels, tout en préparant les voies pour une extension prochaine de l'enseignement. Si, à ce moment, elles avaient introduit dans le programme de l'école l'enseignement du français, ou même un enseignement intellectuel quelconque désapprouvé traditionnellement par la bonne société musulmane en ce qui concerne l'éducation féminine, elles se seraient exposées à mécontenter le plus grand nombre des grandes familles de la ville et très probablement les plus influentes, dont la défection et l'éloignement possibles eussent été du plus mauvais effet et par suite fort nuisibles à la réalisation du projet.

Le matin du 1er mars 1916, jour de l'ouverture, les enfants sont venues au nombre de 3 ; l'après-midi on en comptait 11. Le 1er avril elles étaient 35 et en novembre 1918 l'effectif présent était de 70. Les fillettes étaient amenées par leurs parents qui demandaient qu'on leur enseignât la broderie, la couture, le tissage et aussi le..... français. Voici donc facilement réalisée, et plus tôt même qu'on ne l'eût pensé, une prévision de Mme Driss Amor qui écrivait en octobre 1913 : « Il ne faut pas perdre de vue que la fillette musulmane n'entrera à l'école qu'après avoir franchi la porte de l'atelier. » Il est évident qu'un tel résultat ne pourra qu'aider à abattre le restant de préjugés qui persistent encore et d'autant mieux que parmi les élèves sont des enfants de la classe aisée.

Non seulement l'école donne l'enseignement aux enfants, mais encore elle exécute des commandes pour le dehors. Si bien des élèves, par suite de leur situation sociale, ne travaillent que pour leur propre compte, quelques-unes donnent leur temps à ces tâches extérieures auxquelles participent aussi, mais moyennant salaire, les élèves-maîtresses déjà sorties des ateliers qui les ont formées. Les bénéfices qui résultent de la vente des objets ainsi fabriqués servent, comme je l'ai déjà dit, à l'achat des matières premières nécessaires à la confection des ouvrages que font les élèves et aux rétributions des apprenties et de certaines ouvrières.

L'instruction des élèves est plus ou moins tôt terminée selon les capacités des sujets et leur assiduité. On cite, par exemple, le cas de telle élève de l'atelier des tapis qui, n'ayant jamais manqué l'école et travaillant avec goût et attention, a été capable en moins d'un an de remplir le rôle de maîtresse.

Les élèves suffisamment instruites, sortant par conséquent de l'école avec le titre de *maîtresse*, peuvent aspirer à un poste de sous-maîtresse ou de maîtresse dans une école professionnelle du Protectorat. En tout cas, elles sont toujours capables d'exécuter chez elles les commandes qui abondent dans les divers établissements d'enseignement.

Pour donner maintenant une idée de l'activité des ateliers de l'école de Salé au point de vue de la production, il me suffira de citer des chiffres, en prenant pour point de départ de cette statistique la date du 1er novembre 1913, époque à laquelle Mlles Brouillot sont intervenues.

De cette date au 15 novembre 1918, l'atelier de broderie a fourni 472 objets différents, neufs ou réparés, représentant une valeur de 3.988 fr. 90. L'atelier de tapis, depuis sa fondation, le 1er mars 1916, jusqu'à la même date, a produit 5 couvertures Salé moderne, 1 grand tapis reproduction Rabat ancien, 1 petit tapis ordinaire, plus 5 autres tapis ou couvertures neufs ou réparés, pour l'ensemble desquels il a fallu 1.197 francs de matières premières. Il est à remarquer que tous ces objets n'ont été exécutés que sur commande. Toutes les laines qui ont servi à la confection ou à la réparation des tapis

et couvertures ont été nettoyées, cardées, filées et teintes à l'école même. Il faut y ajouter encore 21 kg. de laine préparée et teinte pour l'atelier de tissage de Casablanca.

***

Lors de mon voyage au Maroc j'ai visité l'Ecole professionnelle pour fillettes de Salé. Je vois encore ces charmantes petites musulmanes, accroupies sur les coussins ou les nattes recouvrant le parquet de leurs salles de travail, et s'occupant qui de la laine, qui des travaux à l'aiguille; les plus jeunes me regardaient avec de grand yeux étonnés, tandis que les plus âgées, déjà voilées, continuaient leur tâche sous l'œil vigilant de leurs maîtresses.

Mlle Brouillot, en l'absence de Mme Amor, nous a montré, à mes compagnons de voyage et à moi, les merveilleux travaux que l'on exécute dans son institution. J'ai vu des broderies magnifiques, des tapis admirables de différents types [1]; de ceux-ci les uns étaient anciens, les autres de fabrication moderne ; les laines des tapis anciens sont teintes par des couleurs végétales, celles des tapis modernes par des colorants d'aniline. Aussi quelle différence de tons! Autant les premiers sont doux et s'harmonisent bien, autant les seconds sont durs, criards et se choquent. Mlle Brouillot nous a montré, sur des tapis anciens, des teintes d'une délicatesse exquise que ne donnent pas les produits industriels et qu'elle et sa sœur n'ont jamais pu reproduire avec ces colorants, malgré de nombreux essais. En outre, les colorations obtenues avec des produits végétaux s'atténuent et se patinent agréablement avec le temps, elles résistent bien au lavage et au frottement; tandis que celles dues aux matières chimiques s'altèrent plus au moins à la longue, et leur assemblage reste toujours discordant.

Malgré leurs belles qualités artistiques, dans ces derniers temps, les tapis de modèle ancien devenaient de plus en plus rares, parce que l'artisan indigène n'en fabriquait plus. Aux couleurs végétales il préférait les produits d'aniline. D'autre part, le goût des indigènes s'était rapidement orienté vers ces vives couleurs. C'est ainsi que peu à peu les anciennes traditions se perdirent et que les vieilles techniques furent oubliées.

Malheureusement donc à ce point de vue, comme à beaucoup d'autres au Maroc, il faut noter une décadence marquée. Un programme complet de rénovation s'imposait, programme qui devait nécessairement comprendre le relèvement des arts indigènes et en particulier celui de la confection des tapis anciens, de façon à faire revivre les vieilles traditions qui ont produit de si belles choses et établi le bon renom artistique de certains centres marocains.

Aujourd'hui, le mal est en partie réparé. Le Service des Beaux-Arts, conscient de l'importance de l'industrie de la tapisserie et de la nécessité d'en sauvegarder les qualités essentielles, s'est appliqué à faire revivre les vieux procédés, tout en essayant de restaurer et de sauver ce qui existe encore afin de remettre en valeur les trésors d'art d'autrefois. De divers côtés on se mit à l'œuvre, mais c'est certainement à Salé que les résultats ont été le mieux et le plus rapidement atteints.

Les résultats obtenus à Salé, nous les connaissons par l'exposé qui précède. Ils sont dus aux longues et patientes recherches et aux efforts ingénieux de Mme Amor et de sa sœur, qui ont ainsi vu leur ténacité couronnée de succès bien au delà des premières espérances, puisque aujourd'hui leur école non seulement répare les vieux tapis et broderies ou en confectionne d'après les anciens types, mais encore teint les laines et les soies par les procédés d'autrefois, procédés que ces dames ont ressuscités et parfois aussi modifiés en les améliorant.

***

Les travaux de teinturerie ont pris à l'école de Salé une bien grande importance, au point qu'il y a été créé un atelier spécial à cet effet, dans les cours adjacentes à l'établissement. Cet atelier est vaste, bien aéré, cimenté et présente toutes les commodités essentielles ; il comprend quatre cuves de dimension moyenne avec chauffage au bois, une fosse profonde, centrale, pour l'écoulement des eaux de teinture et une citerne destinée à recevoir les eaux de pluie; un séchoir sera prochainement installé.

Les couleurs fondamentales, toutes d'origine végétale, que produit cet atelier sont le rouge, le bleu, le jaune, le vert et le noir. Le rouge est tiré

1. Comme nous l'avons dit, l'Ecole de Salé s'occupe aussi bien des tapis de Rabat que des couvertures de Salé.

Rabat a la spécialité du tapis de haute laine à dessins variés de même genre que ceux d'Orient, mais moins riches et moins fins d'exécution. Leurs dessins, pour un profane, sont des arabesques quelconques; pour l'artiste, ils représentent les animaux les plus communs du pays, la cigogne et le chameau, plus ou moins déformés pour l'adaptation aux diverses combinaisons du thème décoratif.

A Salé, on tisse le *hambel*, sorte de tissu très épais qui tient le milieu entre le tapis et la couverture; il est caractérisé par des bandes de points noués à dessin de Rabat, alternant avec des bandes de points de tapisserie à rayures ou à dessins berbères rectilignes.

de la garance, le bleu de l'indigo, le jaune de l'*elzaz*, sorte de garou. Le vert s'obtient en faisant passer le *pied-d'indigo* [1] au bain d'elzaz et le noir en traitant la teinture d'elzaz par le sulfate de fer. Le blanc n'est pas une *couleur;* on blanchit les laines et les soies au moyen des vapeurs d'anhydride sulfureux. Les tons ocre, violet, cuivre, orange, etc., sont obtenus par le passage dans des bains de colorations différentes. Les fixatifs ordinaires sont l'alun, le tartre et l'écorce de grenade.

Actuellement une partie des produits servant à la teinturerie vient de France, mais la plus grande quantité est fournie par le Maroc même; l'elzaz, par exemple, croît dans toute la campagne marocaine, la garance s'y trouve à l'état sauvage, mais la plus estimée est celle de la région de Marrakech.

Les anciens teinturiers se servaient de procédés analogues pour préparer leurs divers colorants lorsque leur industrie fut complètement transformée par l'arrivée des produits d'aniline. Dès l'apparition de ces derniers, ils les adoptèrent parce qu'ils sont d'un maniement plus facile et plus rapide, donnent toujours de bons résultats et sont d'un emploi bien moins coûteux; ils étaient, en effet, à des prix fort bas et ne nécessitent pas de longues cuissons, d'où économie de combustibles.

C'étaient les Allemands qui alimentaient la région de Salé-Rabat de ces matières colorantes, comme, d'ailleurs, ils l'alimentaient d'une foule d'autres produits; il est cependant à noter que, depuis l'établissement de notre protectorat, quelques maisons françaises commençaient à concurrencer les Allemands, la Société de Saint-Denis par exemple.

Pendant la guerre, les importations allemandes ont évidemment cessé; mais, comme certains négociants avaient constitué des stocks assez importants, les produits d'aniline, bien qu'ayant considérablement renchéri, n'ont jamais fait défaut, de sorte que l'industrie de la teinturerie a pu continuer au Maroc pendant cette période troublée, bien que cependant gênée. Il est vrai que, pendant ce temps, autant par suite de la raréfaction des matières premières que par économie, quelques teinturiers indigènes se sont remis à l'emploi de certains colorants végétaux, qu'ils renforçaient toujours d'aniline, leur clientèle étant maintenant habituée à ces vives tonalités.

1. *Pied-d'indigo* est une expression technique qui désigne les produits de la cuve d'indigo dont la préparation est convenablement amorcée.

Les lignes qui précèdent laissent déjà préjuger de l'importance au Maroc de l'industrie de la teinturerie et des arts plus spécialement féminins de la broderie et de la tapisserie; quelques chiffres puisés à des sources officielles le montreront mieux encore.

La confection des tapis est surtout une occupation familiale. A Rabat, avant la guerre, elle comprenait 80 métiers et faisait vivre 320 ouvriers et 450 apprentis. En raison de la hausse qui frappa tous les produits au début des hostilités et des difficultés d'écoulement à l'extérieur et dans le pays même où le tapis a doublé de valeur, cette industrie, après une période prospère, était devenue stagnante. A Salé, on compte une centaine de métiers et environ 500 ouvriers; les mêmes causes produisant les mêmes effets, l'industrie des tapis y était également devenue stationnaire.

La broderie est une autre industrie familiale de Rabat-Salé; elle faisait vivre autrefois un très grand nombre de personnes, mais dans ces dernières années elle a beaucoup diminué d'importance.

L'industrie de la teinturerie participe évidemment des deux précédentes; elle était autrefois très florissante, mais on constate actuellement une sensible diminution, qui affecte non pas le nombre des ateliers, on en compte une quinzaine à Rabat seulement, mais celui des ouvriers. Contrairement à ce qui a lieu pour la broderie et la tapisserie, où le travail s'exécute à domicile par des femmes généralement, les ateliers de teinturerie d'une ville, de même que la plupart des autres industries, sont groupés dans une même rue, comme en France, au Moyen Age, l'étaient la plupart de nos corporations. Il est vrai que le Maroc, à de nombreux points de vue, n'est pas sans rappeler notre époque moyenâgeuse.

Il était donc temps d'intervenir pour redonner à ces industries leur vitalité d'autrefois. L'action rénovatrice est en quelque sorte générale, car l'effort que je viens d'analyser à Salé se poursuit également dans d'autres villes du Maroc. Mazagan, Mogador, Saffi, possèdent également une école-ouvroir indigène; à Casablanca il a été créé un atelier pour la confection des tapis; une école professionnelle analogue à celle de Salé, dont la direction sera confiée à une personne expérimentée, est en voie d'organisation à Rabat. A Fez de réels ateliers familiaux de broderie, comprenant aujourd'hui une centaine d'ouvrières, ont été organisés; ils sont placés sous la surveillance d'une inspectrice française, dont l'action a eu les

plus heureux effets; munis de modèles irréprochables, de tissus et de soies choisis avec un goût des plus sûrs, éclairés de conseils constants, ils ont déjà produit de très beaux ouvrages; un genre très ancien de broderie dit *alouj* et fort artistique, abandonné depuis plus de quatre-vingts ans, a pu ainsi être remis à la mode.

Dans le même ordre d'idées, je crois pouvoir encore citer la création de musées spéciaux où sont conservés les mille objets d'art confectionnés autrefois au Maroc et qui peuvent servir de modèles aux ouvriers d'aujourd'hui. Déjà plus d'un patron ou d'une maîtresse ouvrière sont venus s'inspirer des types qu'ils renferment.

C'est ainsi qu'au Musée de Fez, une salle contient entre autres objets des tapis de haute-laine et à points noués, des couvertures, des manteaux de femme, tous du type ancien. Une salle, actuellement en voie de formation, réunira des collections de tissus brochés, de broderies d'or et de soie, de dentelles, en un mot toute la série des arts féminins de la région de Fez. Enfin un cabinet de dessins renferme des relevés d'art où les formes, les couleurs, l'ornementation, les proportions sont notées avec soin et forment d'importants modèles se rapportant aux tapis, aux broderies et aux tissus brochés.

Telle est donc l'action exercée au Maroc en ce qui concerne la rénovation des arts féminins et de l'enseignement professionnel de la fillette musulmane sous la haute main de la Direction de l'Enseignement et du Service des Beaux-Arts. Certes, il y a encore beaucoup à faire, mais les résultats déjà obtenus sont un sûr garant de l'opportunité d'une telle œuvre et des succès futurs.

En particulier, l'œuvre des écoles professionnelles pour fillettes est remarquable à plus d'un titre par la raison qu'elle rénove des industries artistiques tombées dans l'oubli, qu'elle fait revivre le passé, qu'elle relève le niveau social de la femme musulmane en lui donnant un état, et parce qu'aussi elle nous permet de mieux pénétrer dans les milieux arabes en même temps qu'elle rapproche de nous une grande partie de la population indigène, comme le montre clairement le passage suivant extrait d'un rapport de Mme Amor : « La visite officielle faite à l'atelier lors du passage de M. le Ministre de l'Instruction publique en octobre 1916, sans précédent dans le milieu féminin indigène de Salé, acceptée avec joie et qui ne souleva aucun commentaire, montre que la méfiance n'existe plus et qu'il n'y a plus, en milieu riche, qu'à faire tomber une barrière déjà fortement ébranlée, maintenue seulement, à l'heure actuelle, par le souci d'un prestige de caste à conserver. » Une telle œuvre fait donc le plus grand honneur à M. Loth, son initiateur, et à ses collaborateurs [1].

J. Chaine,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

1. En terminant, je tiens à sincèrement remercier M. Fleury, adjoint au Directeur de l'Enseignement du Maroc, pour l'amabilité et la bonne grâce avec lesquelles il a facilité mes visites à l'Ecole professionnelle de Salé et m'a fourni une partie des documents qui m'ont permis d'écrire cet article.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Teixeira (F. Gomès), *Recteur de l'Université de Porto.* — **Œuvres mathématiques.** *Volume VII* : **Traité des courbes spéciales planes et gauches.** *Tome III (Supplément). — 1 volume in-4° de 420 pages avec 37 fig. Imprimerie de l'Université de Coïmbre,* 1915.

Ce volume est un supplément au Traité du savant géomètre portugais, dont les deux premiers tomes ont été analysés dans cette Revue (années 1908 et 1910). Il renferme de nouveaux développements sur la théorie des courbes déjà étudiées, complète leur histoire et leur bibliographie, et contient, en outre, l'exposé de la théorie de bien d'autres courbes qui n'avaient pas pris place dans les volumes précédents. D'ailleurs, il reproduit un grand nombre d'articles et de mémoires publiés par l'auteur dans divers recueils entre les années 1910 et 1914.

Le volume est divisé en cinq chapitres ; le premier traite de quelques courbes algébriques; le second, de certaines courbes transcendantes; le troisième est consacré à quelques classes de courbes, telles que spirales, caustiques, courbes de Clairaut, de Lissajous, etc., et le quatrième le complète par l'étude de quelques problèmes de géométrie générale (roulettes, podaires, développables, etc.); enfin, le cinquième se rapporte à certaines courbes gauches (géodésiques de l'hélicoïde, pseudo-cercles, courbe de la corde à sauter).

Le livre se termine par un appendice consacré aux problèmes historiques de la Géométrie qui ne sont pas résolubles par la règle et le compas : duplication du cube, trisection de l'angle, quadrature du cercle. Cet appendice avait été publié antérieurement en un volume qui a été analysé dans cette Revue (année 1915).

On retrouve dans le dernier volume du Traité de M. Gomès Teixeira toutes les qualités qui distinguaient les précédents : la richesse de la documentation mathématique et historique, l'ingéniosité et la variété des méthodes que l'auteur, avec une grande souplesse, emprunte à toutes les branches de l'Analyse ; la lecture en est aisée, et toujours fort attrayante.

M. Lelieuvre,
Directeur de l'Ecole préparatoire
à l'Enseignement supérieur de Rouen.

Meyer (Adolph.-F.), *Professeur adjoint d'Hydraulique à l'Université de Minnesota.* — **The Elements of Hydrology.** — *1 vol. in-8° de 487 p. avec 287 figures et cartes (Prix : 18 sh. 6 d.). John Wiley and Sons, New-York; Chapman and Hall, Londres,* 1917.

L'Hydrologie, telle que la conçoit l'auteur, est la science qui traite des phénomènes présentés par l'eau sous toutes ses formes et des rapports de ces phénomènes avec la vie et les activités de l'homme. Elle présente une importance fondamentale pour la solution de nombreux problèmes concernant les forces hydrauliques, l'adduction d'eau, l'écoulement des eaux d'égout, le drainage, l'irrigation, la navigation, la protection contre les inondations et leur prévention. C'est une science qui fait appel à d'autres disciplines mieux établies, comme la Météorologie, la Géologie, la Physique et la Chimie agricoles, la Botanique, mais qui possède pourtant déjà un grand nombre de données physiques qui lui sont propres. M. Meyer a cherché à donner dans cet ouvrage une idée de l'état actuel de nos connaissances dans ce domaine un peu nouveau, en se basant sur l'expérience acquise par une pratique de quinze années dans les problèmes de l'ingénieur hydraulicien.

La radiation solaire est la source de chaleur qui cause l'évaporation de l'eau et la circulation de l'air chargé de vapeur. L'échauffement inégal de la surface terrestre donne naissance aux grands mouvements atmosphériques qui déterminent en grande partie les pluies, les inondations et les sécheresses. L'auteur expose donc d'abord ces grands déplacements aériens et la circulation secondaire à laquelle ils donnent lieu, ainsi que les phénomènes concomitants.

Suit un chapitre sur les propriétés de l'eau à ses divers états, et en particulier sur les caractéristiques et les effets de la vapeur d'eau de l'atmosphère.

L'auteur décrit alors en détail la manière dont l'eau se précipite, les méthodes de mesure de cette précipitation et les résultats observés. Il résume sous forme de tableaux les résultats de plusieurs dizaines de milliers d'observations pluviométriques faites aux Etats-Unis. Il représente sous forme de cartes les chutes de pluie les plus fortes sur diverses parties du pays, en vue de servir à la détermination de la capacité des canaux et des déversoirs. Les chutes de pluie excessives sont traitées en détail, et l'auteur indique de nouvelles formules qui donnent les quantités de précipitation qui seront probablement dépassées une fois en 1 à 100 ans.

M. Meyer passe alors à la question de l'évaporation de l'eau superficielle, des facteurs qui la modifient et de leur importance relative. Il donne sous forme tabulaire et graphique quelques-unes des meilleures observations et en tire des formules pour l'application pratique. L'évaporation des eaux superficielles est, en substance, continue et uniforme ; l'évaporation des surfaces terrestres est irrégulière et intermittente. La quantité d'eau évaporée par les terres dépend à la fois de la vitesse d'évaporation et de l'opportunité d'évaporation représentée par la quantité d'humidité existante. La percolation et l'action capillaire dans les différents sols, la végétation et le drainage ont une influence considérable sur l'évaporation. L'auteur envisage également le phénomène de la transpiration par les plantes, son importance et les facteurs qui le modifient, et il étudie l'effet de la nature du sol sur la quantité d'eau qui disparaît par percolation, transpiration et évaporation dans les différents sols.

Le résidu de la précipitation après l'évaporation, la transpiration et l'infiltration profonde constitue l'écoulement, qui peut être divisé en superficiel et souterrain. L'auteur étudie un certain nombre de bassins typiques des Etats-Unis pour montrer jusqu'à quel point les caractéristiques de ces bassins se réfléchissent dans les observations hydrographiques des cours d'eau. Il analyse les crues dues aux chutes de pluie et aux chutes de neige pour en montrer les causes efficientes, et il étudie d'autre part les facteurs qui influent sur les basses eaux.

Un chapitre expose les principes fondamentaux et les résultats des diverses méthodes de mesure du débit des cours d'eau, ainsi que les moyens de compléter ces données par le calcul de l'écoulement d'après les chutes de pluie.

Enfin l'auteur termine son ouvrage par un chapitre important sur les modifications du régime des cours d'eau consécutives à l'établissement de réservoirs ou de barrages. Il traite successivement de l'emplacement des barrages, des pertes des réservoirs, et des principes à observer suivant que l'on se propose d'établir des réservoirs pour : les besoins municipaux, l'irrigation, la navigation, la prévention des crues ou la production d'énergie.

Tel est le contenu de cet ouvrage, qui n'a pas la prétention d'être complet, mais tout au moins de présenter les données fondamentales de l'Hydrologie utiles à la fois à l'étudiant et au praticien. Comme nous l'avons dit, l'auteur emprunte toutes ses applications aux Etats-Unis et fait une part presque exclusive aux travaux de ses compatriotes; c'est ainsi que dans son ouvrage nous

n'avons relevé qu'une fois le nom de Bazin, et point du tout ceux de Darcy, de Belgrand ou de Boussinesq, dont l'auteur semble ignorer les travaux; il y a là une grosse lacune. Néanmoins cet ouvrage pourra fournir d'utiles indications aux ingénieurs français sur la pratique de l'Hydrologie en Amérique. C. MAILLARD.

2° Sciences physiques

Silberstein (Ludwik), *Lecturer in natural Philosophy at the University of Rome.* — **Simplified method of tracing rays through any optical system of lenses, prisms and mirrors.** — *1 vol. in-8° de VIII-37 pages, avec 7 fig. (Prix cart. : 5 sh.). Longmans, Green and C°, éditeurs, 39, Paternoster Row, Londres*, 1918.

L'ouvrage de M. Ludwik Silberstein est une contribution à la résolution d'un problème fondamental de l'Optique géométrique : la recherche des formules de traversée d'un système optique par un rayon lumineux.

C'est le problème de la « *Durchrechnung* » des opticiens allemands : L. Seidel, C. Moser, A. Kerber, B. Wanach, K. Schwarzschild, etc., ont établi diverses formes plus ou moins simples ou pratiques d'équations qui permettent précisément de suivre la marche exacte d'un rayon lumineux quelconque.

Mais alors que, jusqu'à présent, les diverses formules proposées ont été le plus souvent établies en application de celles de la trigonométrie sphérique, M. L. Silberstein adopte une méthode différente : celle qui repose essentiellement sur l'emploi des symboles de l'analyse vectorielle (en considérant un vecteur égal à l'unité de longueur porté par chaque rayon lumineux).

A l'occasion de l'étude d'un problème très particulier, M. L. Silberstein avait déjà, en 1916, reconnu l'avantage considérable offert par l'emploi des notations vectorielles [1]. Il a pu étendre cette simplicité de forme des équations de la théorie des miroirs à celles de la théorie des prismes ou des systèmes centrés de surfaces sphériques, réfléchissantes ou réfractantes.

Les formules d' « *Uebergang* » ainsi présentées sont autrement simples que celles des travaux allemands.

Le dernier paragraphe de l'ouvrage de M. L. Silberstein concerne enfin un problème encore plus général : les propriétés différentielles de la réflexion et de la réfraction des pinceaux.

Tout ce travail de M. L. Silberstein est du plus grand intérêt. L'auteur a parfaitement réussi à produire, ainsi qu'il le désirait, un ouvrage dont l'existence suffit à prouver l'importance que pourra prendre l'introduction de l'analyse vectorielle dans l'étude des difficiles problèmes de l'Optique géométrique appliquée.

Il faut regretter — (et ce regret n'est pas une critique, car il exprime une pensée élogieuse) — que l'importance de l'ouvrage de M. L. Silberstein ne soit pas du tout en rapport avec celle de la question abordée. Il faut regretter, dis-je, que M. L. Silberstein se soit borné à n'écrire qu'un opuscule de trente-sept pages, une simple introduction à l'œuvre qu'il y avait lieu d'édifier.

Auteur de travaux importants sur la Physique mathématique et spécialement sur la théorie électromagnétique de la lumière, M. L. Silberstein avait toute la compétence nécessaire pour produire un travail définitif sur l'application de l'analyse vectorielle à l'Optique géométrique.

Quant aux éléments de ce travail, ne sont-ils précisément pas dans l'opuscule publié ? L'auteur mentionne, en effet, mais sans insister suffisamment sur sa haute portée, le remarquable Mémoire de MM. A. Sommerfeld et J. Runge [2].

Est également insuffisante la citation de l'ouvrage bien connu de M. Moritz von Rohr : il eût été bien intéressant d'entrer dans une confrontation de la méthode proposée et de la théorie de la *Durchrechnung*, exposée dans l'ouvrage des mathématiciens d'Iéna.

Les raisons de la simplification apportée dans l'expression des formules fondamentales de l'Optique géométrique ne sont pas enfin assez recherchées.

Non seulement les lois classiques de la réfraction sont susceptibles de prendre des formes analytiques simples par l'introduction des symboles du calcul vectoriel, mais il en est de même de presque toutes les propositions générales de l'Optique géométrique.

Les considérations finales de l'ouvrage de M. L. Silberstein (propriétés différentielles des pinceaux) constituaient une excellente occasion de prolonger son étude dans cette voie. Il suffisait de reprendre l'équation du cône de Malus, la fonction caractéristique d'Hamilton, ou encore de se placer, avec Sophus Lie, sous le point de vue des transformations de contact.

Il n'est peut-être pas inutile d'appeler à ce propos l'attention sur les beaux travaux d'Abel Transon [1]; les surfaces résolvantes du problème de Transon ont en un point donné des plans tangents qui passent par une même droite : *cette droite est le tourbillon du vecteur unitaire porté par le rayon issu du point considéré*. Le problème de Transon est ainsi équivalent à un problème de tourbillons.

A l'heure où tout ce qui concerne l'Optique géométrique paraît être du plus grand intérêt, on ne saurait trop encourager des recherches dans la voie ouverte par MM. A. Sommerfeld, J. Runge et L. Silberstein.

Emile TURRIÈRE,
Docteur ès Sciences, professeur au Lycée de Montpellier.

Escard (Jean), *Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut.* — **L'Aluminium dans l'Industrie.** MÉTAL PUR. ALLIAGES D'ALUMINIUM. — *1 vol. in-8° de VII-272 p. avec 81 fig. (Prix : 14 fr. 40). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

Après les beaux travaux de Sainte-Claire-Deville qui a fait connaître les propriétés si remarquables de l'aluminium, c'est un de nos compatriotes, Héroult, qui a indiqué et vulgarisé le procédé pour l'obtenir industriellement. En outre, notre pays possède les plus beaux gisements de bauxite connus jusqu'ici. On peut donc considérer l'aluminium comme un métal bien français.

A cette époque où l'industrie de l'aluminium prend une extension considérable, et où le consommateur l'emploie tant à l'état pur que sous forme d'alliages légers, l'étude de M. Escard vient tout à fait à point pour fixer le public sur l'état actuel des progrès déjà réalisés : elle comprend d'abord l'exposé des procédés de fabrication, détaille les diverses propriétés du métal ainsi que ses applications et s'étend surtout sur les nombreux alliages utilisés dans la construction. On aura une idée de l'intérêt des questions traitées par l'auteur par l'exposé très succinct qui va suivre.

Le procédé Héroult, presque universellement appliqué, comme l'on sait, consiste dans l'électrolyse à l'état igné d'un bain de cryolithe en fusion tenant de l'alumine en dissolution. L'aluminium est mis en liberté à l'électrode négative et se rassemble au fond de la cuve, l'oxygène venant brûler le carbone de l'électrode positive en formant de l'oxyde de carbone qui se consume au contact de l'air. Le minerai traité étant de la bauxite, c'est-à-dire un hydrate d'alumine impur, il faut d'abord le transformer en alumine pure par le procédé Bayer généralement appliqué près des gisements. On effectue ensuite l'extraction du métal là où la force motrice peut

1. SILBERSTEIN : On multiple reflexion. *The London, Edinburg and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Sciences*, [6], vol. XXXII, p. 487-494 ; novembre 1916.

2. A. SOMMERFELD und J. RUNGE : Anwendung der Vectorrechnung auf die Grundlagen der geometrischen Optik. *Annalen der Physik*, [4], t. XXV, p. 277-298 ; 1911.

1. ABEL TRANSON : Mémoire sur les propriétés d'un ensemble de droites menées de tous les points de l'espace suivant une loi continue. *Journal de l'Ecole Polytechnique*, 1861, 38e cahier, p. 195-208. — Voir aussi *C. r. Acad. Sc.*, t. LII, p. 245-247 ; 11 février 1861, et le rapport de CHASLES (*ibid.*, t. LII, p. 1013-1018 ; 20 mai 1861).

être obtenue à bon compte, c'est-à-dire non loin des chutes d'eau. On mentionne à propos de l'alumine le procédé Serpek, dit aux nitrures, dont on a beaucoup parlé, et qui consiste à chauffer dans un four électrique un mélange de bauxite et de charbon dans un courant d'azote. Le nitrure d'aluminium obtenu à 20 °/. d'azote est décomposé en autoclave en présence d'une lessive de soude et fournit de l'ammoniaque, de l'aluminate de soude et par hydrolyse de l'alumine. L'ammoniaque est ensuite soit oxydée (procédé Ostwald), soit transformée en sulfate pour l'agriculture.

Les propriétés de l'aluminium sont remarquables. Sa légèreté, sa chaleur spécifique relativement élevée, son faible pouvoir émissif rendent ce métal éminemment propre à la fabrication des ustensiles de cuisine. Sa conductibilité électrique est à celle du cuivre dans le rapport $\frac{60}{100}$. Son point de fusion est assez bas 650°, tandis que sa volatilisation ne se produit qu'à de très hautes températures. Très ductile et très malléable, l'aluminium coulé a une résistance qui ne dépasse pas 12 à 15 kg. et un allongement de 4 à 5 o/o. Sa ténacité est à peu près moitié de celle du cuivre. La soudure est difficile à réaliser par suite de la formation d'alumine, de la présence des impuretés (Si et Fe), de son coefficient de dilatation élevé et de sa grande fusibilité. Comme ce métal forme difficilement des alliages avec les soudures habituelles, il se prête mieux à la soudure autogène avec un flux décapant approprié. Cette question si importante de la soudure est traitée en détail dans l'ouvrage de M. Escard. Il en est de même des propriétés chimiques de l'aluminium, de l'influence de ses impuretés, et surtout de celle de l'écrouissage sur sa corrosion et sa désagrégation.

Les applications industrielles du métal sont multiples; l'auteur de plusieurs ouvrages de métallurgie très remarqués ne pouvait manquer de les signaler en connaissance de cause. L'aluminium, réducteur énergique, joue un grand rôle comme désoxydant dans les opérations d'affinage des aciers. Ajouté à la fonte soit à l'état pur, soit par l'intervention du ferro-aluminium, il déplace le carbone sous forme de graphite et supprime les soufflures. L'énorme quantité de chaleur dégagée par la production de l'alumine est utilisée pratiquement dans l'aluminothermie pour la réduction d'un grand nombre d'oxydes réfractaires, tels les sesquioxydes de chrome ou de vanadium, l'oxyde salin de manganèse, l'acide tungstique, etc., pour la soudure des rails, pour le chauffage des creusets à température très élevée, pour la perforation du fer et de l'acier, etc. L'aluminium est également employé dans l'installation des lignes électriques à courant continu, les câbles, les barres de connexion, les enroulements et bobinages (fil nu), certaines lampes à arc et incandescentes, certaines piles et accumulateurs, redresseurs de courants, parafoudres; au point de vue mécanique, on connaît ses applications dans l'industrie automobile, l'aéronautique, l'aviation et les constructions navales.

Le papier d'aluminium fait concurrence au papier d'étain. On le lamine jusqu'à une épaisseur de 1/100 de millim. Quant aux déchets réduits en poudre au pilon, ils sont utilisés sous cette forme dans la peinture antirouille et en photographie. Enfin on peut cuivrer, nickeler et dorer l'aluminium pour ajouter à sa légèreté les qualités qui lui manquent. Tous ces procédés sont passés en revue et méthodiquement discutés.

La seconde partie de l'ouvrage comprend l'étude complète des alliages où rentre l'aluminium. L'auteur distingue les bronzes d'aluminium et les bronzes à l'aluminium. Les premiers, qui comprennent 7 constituants isolés par M. Guillet, et particulièrement les 4 combinaisons définies Al^2Cu, $AlCu$, $AlCu^3$, $AlCu^4$, ont une densité variant naturellement de 2,6 à 8,2. On est parfaitement renseigné sur leurs propriétés physiques, mécaniques, leurs nombreux emplois et les moyens de les fabriquer. Quant aux alliages à l'aluminium, ce sont des alliages de cuivre ordinaires auxquels a été ajouté une petite quantité d'aluminium. On cite d'abord les bronzes à l'aluminium où ce dernier métal joue le rôle d'épurateur; les alliages Cothias, les bronzes à l'Al et au fer, ceux à l'Al et au Mn, au Si, au Tu, à l'Or, où le cuivre entre toujours en forte proportion, puis le duralumin, le wolframinium où au contraire c'est l'Al qui joue le plus grand rôle. D'autre part, dans les laitons à l'aluminium, où ce métal remplace généralement quelques unités de zinc et augmente ainsi les conditions de résistance et de limite élastique de l'alliage, on trouve le laiton de Froges, le bronze Roma, le métal Delta. Il en est de même pour les maillechorts au zinc qui ne contiennent l'aluminium qu'en proportion très minime et malgré cela présentent des propriétés mécaniques remarquables. Puis l'auteur arrive aux alliages de l'aluminium avec tous les métaux usuels et en particulier avec le zinc (ziskon, alzyne) et le magnésium (magnalium), utilisés les premiers dans la construction des aéroplanes, les seconds pour la batterie de cuisine et les instruments de chirurgie et de physique; viennent ensuite ceux avec l'étain, le bismuth, l'antimoine, le plomb, le nickel, l'argent, l'or, le platine, le cadmium, l'uranium, le cobalt, le manganèse, le chrome, le tungstène, le vanadium, le titane, le molybdène. Et enfin les alliages d'aluminium et de silicium, les siliciures, carbures et azotures d'aluminium, dont on connaît la propriété de dégager de l'ammoniaque au contact de l'eau, les alliages encore plus complexes tels que le partinium dont la résistance à la rupture est très grande malgré la légèreté du métal. C'est toute la chimie passée en revue, défilant devant l'aluminium, étude très complète à laquelle a si laborieusement contribué le Professeur Guillet et dont M. Escard rassemble tous les éléments pour le grand intérêt du lecteur dans un exposé précis et clair.

Emile Demenge.

3° Sciences naturelles

Sarasin (Fritz). — **La Nouvelle-Calédonie et les îles Loyalty.** Souvenirs de voyage d'un naturaliste. *Traduit de l'allemand par* Jean Roux. — *1 vol. in-8° de 296 p., avec 184 figures, 8 planches et une carte. Paris, Fischbacher et Cie; Bâle, Georg et Cie, éditeurs*, 1918.

L'auteur de ce livre, qui est directeur du Musée de Bâle, s'est déjà acquis une place en vue par ses explorations scientifiques à Ceylan et à Célèbès; il était donc tout spécialement préparé pour mener à bien une expédition en Nouvelle-Calédonie et pour lui faire rendre son maximum en intérêt et en profits pour la science. Il est bon de noter en premier lieu que ces explorations ont été conduites sans l'appui d'aucune subvention et que toutes les charges en ont été supportées par M. Sarasin lui-même. C'est un fait à souligner, car il témoigne de l'entier dévouement à la science et du profond désintéressement du savant bâlois.

Celui-ci n'est pas un de ces voyageurs pressés qui prennent en passant quelques notes hâtives; il s'installe dans le pays, le parcourt dans ses régions les moins accessibles et les moins connues, prend contact avec les indigènes et collectionne méthodiquement les animaux, les plantes et les produits de l'art et de l'industrie des habitants. C'est pourquoi son livre est si riche en observations nouvelles et en vues originales; c'est aussi pour cela que les résultats scientifiques de son expédition sont d'un si haut intérêt. Ceux-ci sont consignés dans un ouvrage intitulé : *Nova Caledonia. Recherches scientifiques en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyalty*, dont ont déjà paru deux volumes consacrés à la Zoologie, et un volume à la Botanique; quant à la partie anthropologique, elle est en cours de publication. Pour l'étude de ses collections zoologiques et botaniques, le Dr Sarasin s'est assuré l'aide de 80 collaborateurs de tous les pays.

L'ouvrage qui fait l'objet de ces lignes est, comme le dit l'auteur dans la préface, un simple récit, composé de souvenirs et d'aventures de voyage, auxquels il a

ajouté un certain nombre d'observations. Agréable à lire, dépouillé de tout ce que la science peut avoir de rébarbatif, ce livre est en effet destiné au grand public. Mais il est aussi plus que cela : il constitue une contribution de valeur à l'histoire de la Nouvelle-Calédonie et de ses dépendances, un document important que devront consulter ceux qu'intéressent la géographie de cette région et, d'une façon plus générale, les questions coloniales.

Les observations qui viennent interrompre le cours du récit portent plus spécialement sur l'Ethnographie. L'auteur nous initie à la vie des indigènes, à leurs coutumes, à leurs superstitions, telles les incantations des « faiseurs de pluie », à la construction de leurs demeures, à la fabrication de leurs armes, de leurs outils et de leurs vêtements. Données dont les détails mêmes sont à conserver, car, sous la poussée de la civilisation, certaines industries disparaissent, certaines coutumes sont délaissées, celles par exemple qui sont relatives aux sépultures et au culte des morts, et d'autres encore. Des fouilles, pratiquées en divers points de l'île, ont permis au Dr Sarasin de se documenter sur les anciens habitants de l'île ; il a reconnu l'existence de véritables Kjökkenmöddings et il a mis au jour des instruments préhistoriques en pierre d'un travail supérieur à ceux des indigènes actuels qui, au contact des Européens, ont perdu leur habileté. Notons encore au passage les alignements de pierres, dont chaque bloc représente un ennemi tué et qui, ainsi que s'exprime l'auteur, pourraient jeter une lumière nouvelle sur le sens des alignements semblables de la période néolithique européenne.

La faune, du moins celle des animaux supérieurs, n'est pas riche. Pas de Batraciens, pas de Serpents, peu de Mammifères : une douzaine en tout, dont sept, des chauves-souris, sont les seuls qui n'aient pas été introduits par l'homme ; les Oiseaux sont, chose fort plausible, beaucoup mieux représentés. Quant aux Invertébrés, ils sont assez abondants. L'auteur a pu noter quelques traits intéressants de la biologie des espèces animales et il a été amené, par des considérations d'ordre faunistique, à la conclusion que la Nouvelle-Calédonie a été détachée d'un continent australien à une époque géologique reculée. A propos du Cagou, l'oiseau le plus célèbre de l'île, le Dr Sarasin adresse un nouvel appel pour l'établissement de « réserves » qui pourraient, avant qu'il fût trop tard, sauver cette espèce de la disparition qui la menace. Ces réserves protégeraient aussi la flore qui est en voie d'appauvrissement, à tel point que certaines régions sont en danger de devenir complètement désertiques.

Après avoir séjourné dix mois en Nouvelle-Calédonie, M. Sarasin en a consacré cinq à l'exploration des trois principales îles de l'archipel Loyalty, dont les habitants, plus intelligents que les Néo-Calédoniens, sont cependant d'une civilisation plus pauvre. Les observations dans le domaine de l'ethnographie n'en sont pas moins intéressantes ; l'auteur a pu également recueillir des données sur les anciens habitants de ces îles. La faune, qui est de caractère calédonien mais qui possède néanmoins des espèces spéciales, a conduit M. Sarasin à quelques considérations sur le peuplement de ces îles et sur leur histoire géologique, moins simple qu'on ne pourrait le supposer de prime abord.

Voilà, notés au courant de la plume, quelques-uns des sujets abordés par le Dr Sarasin. Nous avons dû nous borner ; pour être complet, il eût été nécessaire de citer encore ses observations dans les domaines de la botanique, de la géologie, de la météorologie et de l'anthropologie.

Ajoutons encore que cette œuvre de M. Sarasin a été traduite par le Dr Jean Roux, conservateur du Musée de Bâle, qui fut le collaborateur et le compagnon de voyage de l'auteur et qui a su garder, sous une forme élégante, le cachet d'originalité et de précision de l'édition allemande.

EMILE ANDRÉ,
Professeur à l'Université de Genève.

Finch (V. C.), *Assistant de Géographie agricole*, et **Baker** (O. E.), *Agronome, du Département de l'Agriculture des États-Unis.* — **Geography of the World's Agriculture.** — *1 vol. in-4° oblong de 150 p. avec 206 cartes et diagrammes et 2 cartes en couleurs. Government Printing Office, Washington*, 1917.

Le but de cet ouvrage est de montrer l'origine géographique des substances alimentaires et des autres produits agricoles importants dans le monde entier, et d'indiquer brièvement les conditions climatiques, agrologiques et économiques qui rendent compte de la distribution des cultures et de l'élevage du bétail à la surface de la Terre.

La partie principale de l'ouvrage est formée par les cartes, qui sont de deux sortes : celles qui représentent la production d'un produit déterminé (en livres anglaises de 0,45359 kg.), et celles qui représentent la surface ensemencée (en acres de 0,40468 ha.) ; à cause de la fluctuation des rendements d'une année à l'autre, ces dernières donnent souvent une meilleure idée de l'importance relative des cultures que les premières. Sur chaque catégorie de cartes, la densité de la production ou de la surface cultivée est donnée par des points noirs représentent chacun un certain nombre de livres ou d'acres. Les cartes sont soit des cartes mondiales ou continentales montrant l'importance relative des différentes contrées, soit des cartes d'un pays ou d'une partie de pays, permettant d'apprécier dans ce dernier l'importance des différentes régions pour un produit déterminé. A côté des cartes, des graphiques fournissent des renseignements analogues sous une autre forme.

Enfin, un texte bref, accompagnant les cartes, met particulièrement en évidence les facteurs géographiques qui sont à la base de la distribution des industries agricoles et pastorales ; les facteurs économiques et historiques sont également considérés.

Les produits agricoles pour lesquels des indications figurent dans cet ouvrage sont : blé, seigle, maïs, avoine, orge, sorgho, millet, riz, coton, lin, chanvre, tabac, pomme de terre, sucre (canne et betterave), raisin (et vin), fruits divers, olive, noix, café, thé, légumes, haricots, pois, houblon, foin et fourrage. Comme animaux, citons : les vaches (et le lait), les bœufs et taureaux, les buffles et carabao, les porcs, moutons, chèvres et la volaille.

Toutes les données utilisées pour l'établissement des cartes et graphiques ont été empruntées par les auteurs aux publications statistiques officielles, dont ils donnent la liste à la fin du volume. Au moment où les questions de ravitaillement en produits alimentaires et en matières premières agricoles jouent un rôle si important et intéressent un si grand nombre de personnes, c'est avec fruit qu'elles se reporteront au travail de MM. Finch et Baker, qui constitue une excellente source de renseignements à cet égard.

L. DELPHIN.

4° Sciences médicales

Sollier (Paul), **Chartier**, **Rose** (Félix) et **Villandre.** — **Traité clinique de Neurologie de guerre.** — *1 vol. in-8° de 830 pages, avec 313 gravures et tracés (Prix : 35 fr. 20). Félix Alcan, éditeur, Paris*, 1918.

Le traité que MM. Sollier, Chartier, Félix Rose et Villandre offrent aux cliniciens est, comme son titre l'indique, directement inspiré par les circonstances. Œuvre de collaboration intime du neurologiste et du chirurgien et résultant de très nombreuses observations recueillies dans un des plus importants centres neurologiques français, il marque une étape intéressante dans le développement d'une des branches de la médecine auxquelles la guerre a apporté le plus d'enseignements.

L'ouvrage, auquel est annexée une statistique portant sur 12.000 cas de troubles nerveux de guerre, est divisé

en quatre parties, en suivant l'ordre anatomique. La première est consacrée aux traumatismes cranio-encéphaliques; d'abord à l'exposé des causes, puis à l'étude clinique de ces blessures, enfin à leur traitement chirurgical. Les affections traumatiques et non traumatiques de la moelle et des plexus font l'objet de la seconde partie; les affections des nerfs (blessures, névrites, névralgies), celui de la troisième. Un grand nombre de schémas, des planches anatomiques pour la plupart originales, des tableaux donnant parallèlement la fonction physiologique des muscles et leur innervation avec ses origines radiculaires, facilitent la compréhension du texte et en rendent la lecture attrayante. Un chapitre est réservé au traitement médical des lésions nerveuses (électrothérapie, radiothérapie, massothérapie, orthopédie); on y trouve des planches très détaillées, fixant la position des points moteurs des divers nerfs et muscles et la description schématique de quelques appareils orthopédiques, utilisables dans la paralysie du membre supérieur et du membre inférieur.

La quatrième partie, de beaucoup la plus longue et peut-être aussi, par les problèmes qu'elle aborde, la plus attachante, si l'on fait abstraction du grand intérêt clinique qui est lié aux précédentes, traite exclusivement des troubles dits « fonctionnels ». On sait que ceux-ci, qu'ils soient dus ou non à des traumatismes, ont été des plus fréquents au cours de la guerre, principalement pendant les deux premiers mois; après la bataille de la Marne et le début de la guerre de positions, ils ont été, comme le montrent les statistiques dressées par Sollier, en décroissance rapide, ce qui s'explique facilement par l'amélioration des conditions physiques et morales du combattant, et par ce fait que tous les prédisposés ont, dès le début, payé leur tribut à la névrose; à partir de 1916, c'est presque uniquement parmi les soldats des nouvelles classes qu'ils apparaissent encore. Discutant les théories relatives à ces troubles fonctionnels, Sollier arrive à la conclusion qu'à l'origine de toutes les manifestations hystériques et hystéro-traumatiques, il faut placer, engendrées par l'émotion, la commotion ou la fatigue, des perturbations physiologiques des éléments nerveux, sans qu'il y ait nécessairement un processus psychologique pathogène interposé. Comme l'étude des phénomènes commotionnels le lui a montré, ces perturbations nerveuses peuvent se produire aux différents étages du système nerveux central, engendrant ainsi, selon les cas, des troubles forcément très différents : au niveau de l'écorce cérébrale, les troubles sensitifs et moteurs s'accompagneront de manifestations d'ordre psychologique ; au niveau de la moelle, au contraire, ils apparaîtront seuls. L'existence très fréquente d'accidents hystéro-traumatiques, non accompagnés de phénomènes psychologiques, démontre donc que ceux-ci sont secondaires et non primordiaux. Cette théorie physiologique de l'hystérie, dans le détail de laquelle il nous est impossible d'entrer ici, est confirmée et complétée par l'étude particulière des divers troubles fonctionnels : commotion par explosifs, contractures, paralysies, spasmes, tremblements, mutisme, troubles sensoriels et viscéraux, asthénie, etc., dont de nombreuses photographies et des graphiques précisent le caractère en complétant les indications du texte.

Ajoutons que les discussions théoriques ont d'ailleurs généralement été abrégées, et que, nulle part, le point de vue pratique n'a cessé d'être mis en lumière. C'est ainsi qu'une place importante a été constamment accordée aux conséquences militaires qui découlent des blessures et des troubles décrits, ainsi qu'aux caractères des affections simulées et aux moyens de les déceler. Dans un chapitre spécial, réservé au traitement des troubles fonctionnels, les auteurs discutent la valeur des méthodes le plus couramment employées et insistent sur l'opposition profonde qui existe entre les méthodes de rééducation motrice et la mécanothérapie. Celle-ci, qui ne met en jeu, ni le moral, ni l'intelligence du sujet, est le plus souvent inefficace, et parfois nuisible, dans le traitement des troubles fonctionnels. Le procédé de choix est, avant tout, la rééducation motrice, qui fait appel au pouvoir d'attention et à la volonté du malade, rééducation individuelle d'abord, collective, mutuelle et réciproque ensuite, couronnée enfin par le travail professionnel.

H. Cardot.

5° Sciences diverses

Lartigue (Alfred), *Ingénieur à la Compagnie Thomson-Houston, Chef du Service des Tramways.* — **Lettres à l'Académie des Sciences sur l'unification des forces et des phénomènes de la Nature.** — *Introduction par* M. Daniel Berthelot. — *1 vol. in-16 de 460 p. avec 158 fig. et 1 pl. (Prix : 6 fr.). O. Doin et fils, éditeurs, Paris,* 1918.

Sous forme d'une série de lettres à l'Académie des Sciences, M. Lartigue expose les résultats d'une vaste tentative de synthèse des lois et des phénomènes naturels.

La base de cette synthèse est constituée par un *théorème d'unification* ramenant à une même forme algébrique l'expression de l'énergie *mécanique* totale mise en jeu dans le mouvement d'un système matériel élastique, et l'expression de l'énergie *électrique* totale mise en jeu dans un courant périodique parcourant un circuit complexe. De ce résultat (obtenu sans ajouter aucun postulat personnel à ceux sur lesquels reposent les lois fondamentales de la Dynamique et de l'Electrodynamique), l'auteur déduit immédiatement, par voie d'interprétation et presque sans nouveau calcul, une *théorie tricinétique générale des phénomènes naturels;* ramenant leurs lois à celles d'un triple mouvement de *pulsation*, de *rotation* et de *torsion élastique*, et ramenant leurs mécanismes à des *résonances* plus ou moins complexes entre les mouvements élémentaires.

Sur cette base, M. Lartigue développe successivement dans ses premières lettres :

Une théorie mécanique explicative des trois états de la matière; du passage de l'état solide à l'état liquide, par résonance de pulsation-giration; du passage de l'état liquide à l'état gazeux, par résonance de rotation-torsion; et des phénomènes secondaires connexes : distillation, surfusion, maximum de densité, etc.

Une théorie mécanique générale des sens, considérés comme autant de résonateurs doués d'un centre de perception; et des sensations, considérées comme des résonances de pulsation, de rotation ou de torsion, parvenant au même centre;

Une théorie mécanique générale des propriétés de l'éther sidéral, considéré comme un milieu universel susceptible de revêtir successivement les trois états solide, liquide et gazeux;

Une théorie générale de la vie; vie fonctionnelle normale, caractérisée par la prépondérance de l'état liquide dans le « milieu intérieur », mort par prépondérance de l'état solide; de la croissance par amitose ou par caryocinèse, se ramenant à des résonances biodynamiques.

Et dans une série d'autres lettres il poursuit les multiples conséquences de sa théorie, dans les domaines de la Physique, de la Chimie et de la Biologie.

« En des sujets aussi délicats et aussi neufs », — écrit M. D. Berthelot dans l'Introduction, — « M. Lartigue ne saurait se flatter d'entraîner toujours la conviction; il doit s'attendre à être taxé plus d'une fois de hardiesse et de témérité; peut-être lui-même sera-t-il amené à apporter à ses idées plus d'une addition et d'une retouche. Du moins, il nous soumet un livre de bonne foi et qui, fruit d'un long labeur, ne peut manquer de susciter à son tour la réflexion; je ne saurais en faire de meilleur éloge. »

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Mars 1919

M. G. E. Hale est élu Associé étranger, en remplacement de M. A. von Baeyer.

1° Sciences mathématiques. — M. L. Lecornu : *Sur l'écoulement des fluides.* Hugoniot a indiqué en 1886 que, « dans le mouvement permanent d'un fluide, la vitesse au point du filet où se produit le maximum de contraction est égale à la vitesse du son correspondant à la pression et à la densité en ce point ». L'auteur montre que ce théorème est inexact, et que, quel que soit le nombre de sections dilatées ou contractées, c'est uniquement dans la plus petite des sections contractées que peut être atteinte la vitesse du son.

2° Sciences physiques. — M. F. Michaux : *Les théories émissives et le principe de Doppler-Fizeau.* D'après l'auteur, le fait que la formule de Doppler se vérifie quand on mesure la longueur d'onde d'une lumière émise par une source en mouvement au moyen d'un interféromètre infirme les théories de Tolman et de Thomson-Stewart, mais se trouve être conforme à la fois à la théorie de Lorentz et à celle de Ritz. Lorsque la lumière, issue d'une source fixe par rapport au sol, se réfléchit sur un miroir en mouvement, elle conserve, d'après la théorie de Ritz, une vitesse constante V relativement au sol. Le mouvement du miroir produit un changement effectif de la longueur d'onde qui est le même dans la théorie de Ritz que dans celle de Lorentz. Il y a encore, dans ce cas, identité complète entre les résultats donnés par les deux théories. — M. J. Rey : *Propriétés physiques de la vapeur de pétrole.* De ses mesures, l'auteur déduit qu'entre 3 et 25 kg. de pression absolue la fonction $f(p, v, T) = 0$, pour la vapeur de pétrole surchauffée, est sensiblement de la forme : $p(v + a) = RT$, dans laquelle les deux constantes ont pour valeur : $a = 0{,}024$, $R = 5{,}09$. L'auteur a calculé également le débit de la vapeur surchauffée de pétrole se détendant d'une enceinte dans une autre. — MM. L. Maquenne et E. Demoussy : *Sur une réaction très sensible du cuivre. Application à l'analyse des cendres et des terres arables.* Lorsqu'on traite par le ferrocyanure de potassium une solution chlorhydrique de cendres, suffisamment concentrée et soigneusement dépouillée de Fe et de Mn, la liqueur, après s'être teintée en rose, indice de la présence de cuivre, donne en général un précipité qui passe au brun et au bleu. Les auteurs ont reconnu que cette réaction est due à la présence simultanée de zinc et à la formation d'un composé cupro-zincique. La coloration bleue qui se développe ainsi atteint son maximum d'intensité et de pureté lorsque le zinc est 4 à 5 fois plus abondant que le cuivre ; elle est extrêmement sensible, puisqu'elle est déjà très nette pour 0,005 mgr. de cuivre. Les auteurs ont fondé sur ces constatations un procédé de dosage du cuivre dans les cendres de graines et les terres arables. Ils ont ainsi trouvé de 3 à 8 mgr. de Cu dans les graines de blé, maïs, pois, haricot, ricin, aucuba, etc. — M. Eug. Cornec : *Etude spectrographique des cendres de plantes marines.* L'auteur a examiné au spectrographe à prisme de quartz des cendres de Laminaires fondues à l'arc électrique. Il a décelé la présence des trois groupes d'éléments suivants : 1° Ag, As, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn ; 2° Bi, Sn, Ga, Mo, Au ; 3° Sb, Ge, Ti, Tu, Va. Les éléments du 1er groupe ont déjà été indiqués dans les végétaux marins ; ceux du 2e groupe ont été signalés dans l'eau de mer ; ceux du 3e groupe n'avaient encore été découverts ni dans les plantes marines, ni dans l'eau de mer.

3° Sciences naturelles. — M. A. Bigot : *Le col du Cotentin.* Le col du Cotentin est constitué par un faisceau d'assises paléozoïques qui, comme la zone bocaine, présente une structure imbriquée, avec prédominance de la suppression de la lèvre nord des plis, disposition due à des poussées venant du Sud. — M. P. Guérin : *L'*Urera Humblotii *H. Baillon et ses affinités.* L'*Urera Humblotii* H. B., qui n'est probablement qu'une forme de l'*U. longifolia* Wedd., possède dans tous ses organes aériens, comme l'*U. baccifera* Gaud., un système de laticifères analogue à celui des Morées et des Artocarpées. L'existence de laticifères chez les *Urera* n'est pas sans intérêt, puisqu'on croyait que ces organes font défaut dans toute la tribu des Urticées. — M. H. Coupin : *Sur le pouvoir absorbant du sommet des racines.* D'après les recherches de l'auteur : 1° la racine, contrairement à ce que disent les ouvrages classiques, peut absorber l'eau par sa pointe, laquelle comprend tout au plus la coiffe (quand elle existe) et le méristème terminal, auquel on déniait jusqu'ici tout pouvoir absorbant ; 2° l'eau que la racine puise ainsi peut suffire à permettre à la germination d'acquérir le développement maximum compatible avec la faible quantité d'éléments nutritifs mis, dans ces expériences, à sa disposition et avec la vie à l'obscurité. — M. M. Molliard : *L'ovalbumine constitue un aliment complet pour l'Isaria densa.* L'ovalbumine satisfait à tous les besoins nutritifs de l'*Isaria densa.* Les phénomènes d'oxydation intense de l'ovalbumine se traduisent par un quotient respiratoire très faible et la formation d'acide oxalique. — MM. G. Rivière et G. Bailhache : *L'*Amygdalopersica Formonti. Les auteurs ont semé en 1916 une amande venue à maturité récoltée sur un hybride de greffe pêcher-amandier désigné sous le nom d'*Amygdalopersica Formonti.* Ils ont obtenu un jeune arbuste vigoureux, âgé aujourd'hui de 3 ans, qui offre seulement les caractères d'un amandier. — M. J. Chifflot : *Sur les canaux sécréteurs de quelques Gesnéracées, en particulier ceux de* Monophyllæa Horsfieldii *R. Br.* Les travaux de l'auteur montrent : 1° l'existence manifeste de canaux sécréteurs dans les genres *Klugia, Rhynchoglossum* et *Monophyllæa ;* 2° la localisation presque constante de ces canaux à la pointe des faisceaux libéroligneux de la tige ou de l'axe hypocotylé, ainsi qu'à celle des méristèles, dans les nervures de la feuille, qu'elle soit normale ou cotylédonaire ; 3° l'existence d'une oléo-résine odorante dans tous les canaux. — M. A. Lécaillon : *Sur les changements qu'on observe dans la reproduction et le développement des Bombyx polyvoltins de Chine lorsqu'ils sont transportés et élevés en France.* Chez les Bombyx polyvoltins de Chine, il ne peut se développer complètement, sous le climat toulousain, que deux générations chaque année. Mais certains sujets de la 2e génération peuvent produire une 3e génération qu'on peut élever entièrement en ayant recours à un relèvement artificiel de la température. Dans cette race, il y a aussi des œufs d'hiver et des œufs d'été, fondamentalement différents par leur composition chimique et par les particularités qui y apparaissent quand l'embryon se développe.

Séance du 17 Mars 1919

1° Sciences physiques. — M. J. Lévine : *Périodicité des vagues atmosphériques.* L'auteur a tracé la courbe des minima barométriques annuels à Paris depuis l'année 1700 ; son allure générale révèle l'existence d'une période de 96 ans environ, se subdivisant elle-même assez nettement en plusieurs sections. La pression atmosphérique est donc un phénomène périodique, auquel on pourra appliquer l'analyse harmonique. — M. H. Hubert : *Sur la prévision des grains orageux en Afrique Occidentale.* L'auteur a constaté qu'au Sénégal tout au moins la direction moyenne des

grains orageux est E-W. Leur vitesse moyenne de propagation est de 58 km. à l'heure, avec des extrêmes de 44 et 72 km. Dans la période d'hivernage, les orages se groupent dans une période relativement courte et débutent vers le même moment pour toutes les stations situées sur le même méridien. Bien que ces orages simultanés soient souvent indépendants, leur ensemble forme cependant un grain orageux, et ce fait permet d'établir un service de prévision des grains orageux, au moins pour certaines localités. — MM. **A. Trillat** et **M. Fouassier** : *Sur un appareil destiné à l'étude de la formation et de la persistance des brouillards.* La construction de l'appareil repose sur les deux principes suivants : 1° L'aptitude plus ou moins grande d'une masse d'air calme, dont on connaît la température, la pression et le degré hygrométrique, à former un brouillard, dépend surtout de la présence plus ou moins persistante de particules solides ou liquides dans l'atmosphère; 2° La détente nécessaire pour provoquer l'apparition du brouillard pour une espèce de particules déterminées est d'autant plus faible que le nombre de particules actives dans l'air examiné est plus grand. Cet appareil pourrait être utilisé dans les stations météorologiques pour se renseigner sur l'aptitude plus ou moins grande d'un air à former un brouillard. — M. M. **Dechevrens** : *La variation diurne du courant électrique vertical de la terre à l'air.* L'auteur a mesuré, à la tour d'acier de 55 m. de l'Observatoire Saint-Louis à Jersey, la différence de potentiel entre le pied et le sommet, qui correspond d'après lui au courant vertical de dispersion de l'électricité négative du sol vers l'atmosphère. Ce courant présente, comme le potentiel électrique de l'air, un minimum le matin et un maximum l'après-midi. Il n'est troublé que par la pluie, qui l'augmente. — M. **R. Dubuisson** : *Sur les anomalies magnétiques du Bassin parisien.* L'auteur a dressé une carte des observations magnétiques du Bassin parisien, avec les anomalies (différences entre les valeurs observées et celles qu'on déduit des coordonnées géographiques). Il y a parallélisme entre l'axe des anomalies magnétiques et les failles géologiques. Mais celles-ci n'influent pas sur la perturbation elle-même, car, d'un même côté de l'axe, les déviations de l'aiguille aimantée sont concordantes, que l'on soit à droite ou à gauche d'une faille. Il paraît exister une relation entre les plissements et l'intensité des forces perturbatrices, celles-ci se trouvant renforcées dans les dômes et les anticlinaux, affaiblies dans les aires d'ennoyage. — M. **C. Raveau** : *Comment Carnot a calculé l'équivalent mécanique de la chaleur. Un document inédit.* L'auteur a retrouvé, dans les archives de l'Académie des Sciences, parmi les manuscrits de Carnot, un texte qui nous renseigne sur la façon dont il a calculé l'équivalent mécanique de la chaleur. Il est parti des valeurs du rendement d'un de ses cycles qu'il avait calculées dans le cas de l'eau et de l'alcool, et ce rendement étant égal au quotient de $E\Delta t$ par $267 + t$, par une simple multiplication il en a tiré la valeur de E. — MM. **Ch. Chéneveau** et **R. Audubert** : *Sur l'absorption par les milieux troubles. Influence du diamètre et du nombre des particules.* Pour une longueur d'onde donnée, deux relations assez simples existent, dans le cas de milieux à grosses particules, entre l'absorption $1 - (I/I_0)$ et les propriétés physiques de la suspension, c'est-à-dire la grosseur des particules et leur nombre. — M. **L. Abonnenc** : *Sur les lois de l'écoulement des liquides par gouttes dans des tubes cylindriques.* Les lois de l'écoulement de l'eau dans un tube cylindrique se résument dans la formule : $p = \alpha D + m\beta N - n(\gamma/d)N^2$, où p est le poids des gouttes, D et d les diamètres extérieur et intérieur du tube, N la fréquence de chute, α, β et γ des constantes positives, m et n des puissances de 2. Cette formule s'étend à d'autres liquides. — M. **P. Nicolardot** : *Sur l'écrouissage du plomb, de l'étain et du thallium.* Le plomb, l'étain et le thallium s'écrouissent. Ils se recuisent spontanément à la température ordinaire et d'autant plus vite que celle-ci est plus élevée. — M. **O. Bailly** : *Sur l'action des iodures alcooliques sur le phosphate neutre de sodium en solution aqueuse.* Les iodures alcooliques réagissent sur le phosphate neutre de sodium en solution aqueuse avec formation notable du monoéther phosphorique correspondant, mais dans le cas des premiers termes de la série seulement; en outre, il se forme toujours une petite quantité de diéther monophosphorique.

2° Sciences naturelles. — M. **F. Vlès** : *Sur quelques propriétés optiques des émulsions bactériennes.* L'auteur montre qu'on peut tirer d'une mesure de transmission lumineuse à travers une émulsion bactérienne une notion approchée sur la quantité de substance bactérienne présente dans l'émulsion, à condition de se donner une certain nombre de limites expérimentales, en particulier de restreindre la mesure à des radiations peu affectées par les propriétés du liquide interbactérien. — M. **G. Sanarelli** : *De la pathogénie du choléra. Le gastro-entérotropisme des vibrions.* L'auteur montre que les vibrions injectés dans le péritoine du cobaye se déversent rapidement dans la circulation générale, non pour y rester, mais pour se diriger vers le tube digestif, où ils provoquent dans les parois intestinales un processus phlogistique très grave. Ces cobayes ne meurent donc pas de péritonite, pas plus que d'une intoxication ou d'une infection générale. Ils meurent d'une gastro-entérite très aiguë, causée par l'accumulation de vibrions dans les parois du tube digestif. — MM. **Ch. Richet** et **G. Noizet** : *D'un vêtement insubmersible et protecteur contre le froid.* C'est un vêtement imperméable de toile caoutchoutée, tapissée à l'intérieur d'une couche de kapok, de 15 cm. d'épaisseur, ce qui assure à la fois la non-conductibilité au froid et l'insubmersibilité. Les mains sont libres et les poignets serrés par du caoutchouc. Le vêtement se termine par un capuchon, avec une ouverture par laquelle on peut passer la figure, serrée par une lame mince de caoutchouc. Aux pieds sont accrochés des poids pour maintenir l'équilibre vertical. Ce vêtement a été expérimenté sur plusieurs personnes dans de l'eau à 7°; au bout de 1 h. 1/2, on n'avait pas la plus faible sensation de froid.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Mars 1919

M. le Président annonce le décès de M. **Ed. Bertrand**, correspondant national.

M. **A. Robin** : *La déminéralisation osseuse et son traitement.* Les causes de la déminéralisation osseuse relèvent soit d'états infectieux (tuberculose, syphilis), soit de troubles dyspeptiques, soit de vices d'alimentation et de nutrition, soit enfin de lésions du système nerveux. Le traitement doit comporter les éléments suivants : 1° fournir à l'organisme les éléments minéraux qu'il perd en excès et alimenter avec les aliments les plus riches en principes minéraux; 2° supprimer les causes accessibles de la déminéralisation (réduire la formation d'acides dans l'organisme, saturer par les alcalins et les alcalino-terreux le contenu gastrique à la fin des repas); 3° assurer l'assimilation des principes minéraux alimentaires ou médicamenteux, par une nourriture riche en matières ternaires, la régularisation des fonctions de l'intestin et le relèvement de l'activité hépatique; 4° agir sur le système nerveux par le glycérophosphate de chaux; 5° favoriser l'assimilation et l'intégration des matières ternaires par l'huile de foie de morue et les arsenicaux en combinaison organique. L'auteur cite comme exemples deux cas de reminéralisation du tissu osseux obtenue par cette thérapeutique. — M. **E. Brumpt** : *Maladie de C. Chagas au Brésil.* Cette maladie est une infection causée par un Trypanosome, qui présente chez l'homme des formes aiguës très rapidement mortelles et des formes chroniques. Elle est transmise à l'homme et aux animaux par des Hémiptères du genre *Triatoma*, que l'auteur élève depuis

1912. Si la contagion peut se produire par piqûre directe, l'infection est transmise habituellement par les déjections des Triatomes quand il s'agit de l'homme, ou par ingestion des insectes parasités quand il s'agit des animaux sauvages. Les hôtes vecteurs ont une vaste distribution géographique, mais la maladie est relativement peu répandue par suite de l'intervention de plusieurs facteurs limitants. — M. **L. Rénon** : *La chimiothérapie de la tuberculose : les difficultés du problème* (voir p. 196).

Séance du 11 Mars 1919

M. **F. Bezançon** présente, au nom de la Commission permanente de la Tuberculose, un Rapport *sur la déclaration obligatoire de la tuberculose*. Après avoir réfuté les objections des adversaires de cette mesure, le rapporteur conclut comme suit : La Commission permanente de la tuberculose estime que la déclaration obligatoire de la tuberculose est un des éléments fondamentaux de la lutte antituberculeuse, mais qu'elle n'en constitue qu'une des faces, la lutte contre l'alcoolisme et le logement insalubre devant être au même degré au nombre des préoccupations urgentes du législateur. Elle pense que le médecin traitant est le plus qualifié pour faire cette déclaration, et qu'en la faisant à un médecin sanitaire il ne viole pas le secret professionnel. Elle n'écarte cependant pas le mode de déclaration par l'intéressé ou le chef de famille. La déclaration sera limitée aux cas de tuberculose ouverte des voies respiratoires. Elle ne devra entrer en vigueur que le jour où les mesures de prophylaxie et d'assistance nécessaires à son application seront réalisées.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1er Mars 1919

M. **H. Coupin** : *Conservation en préparations microscopiques des Moisissures et des Péronosporées*. Employer la gomme glucosée au sublimé (bichlorure de Hg à 3/1.000, gomme arabique et glucose). Recouvrir d'une lamelle, luter par le bitume de Judée ou tout autre lut. — MM. **Th. Madsen, O. Wulff** et **T. Watabiki** : *Sur la vitesse de réaction de la phagocytose*. La vitesse de réaction de la phagocytose suit la loi des réactions bimoléculaires. Les relations entre la vitesse de réaction de la phagocytose et la température suivent les lois de Vant'Hoff-Arrhénius. La phagocytose a un maximum, dépendant de la température de l'organisme qui a fourni les phagocytes. — MM. **Pasteur Vallery-Radot** et **A. Lhéritier** : *Rapports entre la résistance globulaire aux solutions chlorurées sodiques et la dimension de l'hématie*. A l'état physiologique, dans la série des Mammifères dont l'hématie est discoïde, existe un parallélisme entre la dimension du globule et la résistance globulaire aux solutions chlorurées sodiques; les résistances *minima* les plus fortes correspondent aux globules les plus gros, les résistances *minima* les plus faibles, aux globules les plus petits. Chez les Vertébrés à hématies nucléées, on n'observe pas un parallélisme semblable à celui qui existe chez les Vertébrés à hématies anucléées. Les globules à noyau sont, en effet, extrêmement différents les uns des autres. Les résistances *minima* les plus fortes correspondent cependant ici aussi aux globules des Batraciens et des Reptiles. — M. **J. Jolly** : *Le système lymphatique des Batraciens*. Il existe chez la grenouille, en avant de l'articulation temporo-maxillaire, de chaque côté, un organe lymphoïde comparable à une amygdale; on trouve aussi chez cet animal, dans la région de la thyroïde et faisant saillie dans le sac lymphatique rétro-sternal, un petit organe lymphoïde qui peut être considéré comme représentant un ganglion lymphatique rudimentaire.

Séance du 8 Mars 1919

M. **G. Métivet** : *L'utilisation des aliments après l'exclusion du duodénum*. L'utilisation des graisses est bonne. Le dosage de l'Az urinaire chez l'animal à jeun, puis soumis à un régime carné, successivement avant puis après exclusion du duodénum, ne montre pas de différences importantes. L'utilisation des albuminoïdes après exclusion du duodénum paraît bonne. — M. **G. Mangenot** : *Sur la formation des asques chez l'Endomyces Lindneri (Saito)*. Les asques d'*Endomyces Lindneri* (Saito) se forment par bourgeonnement d'anastomoses entre deux becs émis par des cellules contiguës. En général, la cloison de ces diverticules ne se résorbe pas et l'un des becs, seul, se transforme en asque. Les anastomoses ne sont jamais le siège d'une fusion nucléaire. Elles doivent être considérées comme les vestiges d'une sexualité isogamique, du type d'*Eremascus fertilis*, où l'on constate une fusion nucléaire. Elles sont comparables à celles que l'on observe chez l'*End. fibuliger*. Chez l'*End. hordei*, qui offre tous les caractères morphologiques d'*End. Lindneri*, les anastomoses elles-mêmes ont disparu. — M. **G. Quarelli** : *Contribution à la vaccination contre l'influenza*. L'auteur a préparé un vaccin qui répond au concept aujourd'hui le plus généralement accepté, que le virus primitif de l'influenza est un virus filtrant, et que d'autres germes ne sont que des microorganismes d'association, bien que très importants sous l'aspect pathogène. Outre le virus filtrant supposé, le vaccin ainsi préparé contient aussi les corps bactériques et les produits autolytiques des germes d'association. — MM. **Robert Debré** et **Hundeshagen** : *Une bactérie voisine des Pasteurella, pathogène pour l'homme*. Chez un homme atteint d'une pleurésie purulente (probablement grippale) et d'une hémiplégie, les auteurs ont isolé à deux reprises du liquide pleural (et retrouvé dans le pharynx du malade) un coccobacille; dans le sang des animaux inoculés, il a la forme caractéristique des pasteurella ou du bacille de la peste (forme en navette avec un centre clair et deux extrémités colorées). Il pousse très aisément sur gélose-ascite, fait fermenter la plupart des sucres sauf le maltose, est strictement aérobie et est doué d'une assez grande vitalité, d'une résistance marquée au froid et à la dessiccation. — M. **E. Laguesse** : *Origine de la substance conjonctive amorphe*. La substance fondamentale croît en assimilant des albuminoïdes, dissous dans le milieu liquide interposé qui est de la lymphe interstitielle banale ou chargée en quelques points de mucine lui donnant une consistance gélatineuse. Cette substance peut se diversifier, se transformer selon les besoins locaux de l'organisme et les matériaux qu'elle trouve à sa disposition. — M. **S. Marbais** : *Classification des staphylocoques*. L'auteur distingue : 1° le Staphylocoque Pasteur ; 2° le Staphylocoque Ogston : liquéfie à la glacière le sérum coagulé, n'attaque pas le lactose et la dulcite; 3° le Staphylocoque Bonome : n'attaque pas le lactose, la dulcite, la sorbite; 4° le Staphylocoque Richet : ne coagule pas la mannite; 5° le Staphylocoque Wright : attaque la dulcite et non la mannite. — M. **A. Ch. Hollande** : *Absence d'alexine dans le sang des insectes*. Le sang des Insectes (chenilles de Vanesses, Bombyx, larves et imagos d'Orthoptères : *Decticus, Ephippiger*) ne renferme pas d'alexine. Ce ferment ne joue donc aucun rôle dans les phénomènes de la digestion qui accompagne la phagocytose (des bactéries par exemple) ou durant la métamorphose. Il en est de même dans l'immunité acquise, si fréquente chez les insectes.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Février 1919

M. **G. Déjardin** : *Calcul des chaleurs spécifiques des vapeurs du benzène et du cyclohexane par la méthode des cycles de M. Leduc* (voir p. 123).

Séance du 7 Mars 1919

MM. **Edm. Bauer** et **Aug. Piccard** : *Sur les coefficients d'aimantation des gaz paramagnétiques et la théorie du magnéton*. Le coefficient d'aimantation spécifique (susceptibilité rapportée à l'unité de masse) de l'oxygène a déjà été déterminé à plusieurs reprises.

Celui de l'oxyde azotique a été l'objet d'un travail récent de Weiss et Piccard. Il était intéressant de reprendre ces mesures avec autant de précision que possible. En effet, c'est aux gaz paramagnétiques que s'applique avec le plus de rigueur la théorie du magnétisme de Langevin. Cette théorie permet de déduire de la valeur du coefficient d'aimantation à une température connue celle du *moment magnétique moléculaire* qui, d'après l'hypothèse du magnéton de P. Weiss, doit être un multiple entier (relativement simple) du *magnéton-gramme*, 1.123,5 C. G. S. Deux méthodes différentes ont été employées. La première est celle qui avait servi au travail antérieur de Weiss et Piccard, mais notablement perfectionnée. La deuxième est nouvelle. Les nombres obtenus par ces deux méthodes, à l'aide de trois appareils différents, sont parfaitement concordants. Voici les résultats définitifs :

O^2..... $\chi_{20} = 107,7 \times 10^{-6} \pm 0,3 \,.10^{-6}$
NO..... $\chi_{20} = 48,7 \times 10^{-6} \mp 0,25.10^{-6}$

La différence entre ces nombres et ceux qui avaient été obtenus antérieurement tient à une cause d'erreur systématique que les auteurs ont pu mettre en évidence et éliminer. La précision relative des mesures est d'environ 3 pour 1.000 pour l'oxygène, 5 pour 1.000 pour l'oxyde d'azote. Si l'on déduit des nombres ci-dessus les moments magnétiques moléculaires et le nombre n de magnétons correspondants, on trouve : pour l'oxygène $n = 8,06$ (par atome); pour l'oxyde azotique $n = 9,20$ (par molécule) ; c'est-à-dire des nombres *qui ne sont pas entiers*. L'écart est certainement supérieur aux erreurs possibles d'expérience. Ces mesures, calculées à la manière habituelle, sont donc en contradiction avec la théorie du magnéton, et pourtant celle-ci repose sur un ensemble si étendu de concordances qu'il ne semble pas permis d'y renoncer actuellement. Cependant, il semble nécessaire de la compléter en tenant compte des écarts bien connus entre la théorie cinétique classique et les faits, et particulièrement de ceux qui sont relatifs aux mouvements de rotation des molécules et aux chaleurs spécifiques des gaz.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 28 Février 1919

M. E. Léger : *Sur les oxydihydrocinchonines α et β et leur rôle dans la production de certains isomères de la cinchonine.* L'auteur a repris l'étude du composé décrit par Jungfleisch et Léger sous le nom de *β-oxycinchonine*. Il a reconnu que ce composé, comme son isomère α, résulte de la fixation de H^2O sur la double liaison de la cinchonine : c'est une *oxydihydrocinchonine*. L'action de SO^4H^2 à 50 et à 70 °/₀ sur ce composé est la même que sur l'isomère α. Les produits obtenus sont les mêmes, à savoir cinchonigine, cinchoniline, apocinchonine, ainsi qu'une certaine quantité de base oxyhydrogénée non attaquée. Avec l'isomère α, les 3/4 environ du mélange cinchonigine-cinchoniline obtenu sont formés de cinchonigine; avec l'isomère β, ces 3/4 sont représentés par la cinchoniline. Si l'on tient compte que la cinchoniline peut, sous l'influence prolongée de SO^4H^2, se transformer en partie en cinchonigine et que cette réaction est réversible, on conclut que la cinchonine représente l'éther-oxyde interne de l'α-oxydihydrocinchonine et la cinchoniline l'éther-oxyde interne de la β-oxydihydrocinchonine. L'apocinchonine, qui se forme indifféremment avec l'une ou l'autre des oxyhydrobases, résulte du déplacement de la double liaison de la cinchonine. La fixation de H^2O sur la double liaison du groupe $CH^2{=}CH$- de la cinchonine a pour effet d'introduire dans la molécule de ce corps un cinquième atome de carbone asymétrique, ce qui explique l'existence de deux oxydihydrocinchonines, de deux hydrobromo et de deux hydroiodo- dérivés de la cinchonine stéréoisomères. L'acide bromhydrique donne avec la β-oxydihydrocinchonine les mêmes composés qu'avec l'isomère α : cinchonigine, cinchoniline, apocinchonine, δ-cinchonine, ainsi que deux dérivés hydrobromés isomères qui constituent le principal produit de la réaction.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 23 Janvier 1919

Sciences physiques. — Sir **H. Jackson** et **M. G. B. Bryan** : *Expériences démontrant un effet électrique dans les métaux en état de vibration*. Les auteurs montrent que les fils et autres corps métalliques en état de vibration produisent un effet électrique et indiquent le moyen de le mettre en évidence grâce à des bobines exploratrices reliées à des enregistreurs délicats. Un fil vibrant exerce un effet inducteur sur un circuit voisin; et tous les corps métalliques expérimentés, quelles que soient leur forme et leur nature, engendrent des courants transitoires, qui peuvent être décelés par le même moyen. Les expériences prouvent que cet effet est dû principalement au fait que le conducteur en état de vibration coupe les lignes du champ magnétique terrestre, mais il semble exister un effet résiduel, non encore expliqué et supérieur aux erreurs expérimentales. Ces recherches se rattachent à d'autres travaux d'un des auteurs, précédemment analysés dans la *Revue* (n° du 15 oct. 1918, p. 560). — **M. W. M. Hicks** : *Etude critique des séries spectrales. V. Les spectres des gaz monoatomiques*[1]. L'auteur traite des relations dans les seconds spectres ou spectres bleus des gaz rares et développe les lois déjà indiquées précédemment. Ainsi, dans le cas où n est le nombre d'ondes d'une ligne de l'ultraviolet, $n - e$ ou $n - u$ (ou vice versa $n + e$ ou $n + u$ s'il s'agit de l'infra-rouge), où e et u sont des quantités définies et calculables, peuvent être des nombres d'ondes de la région observée, et correspondant à des lignes qui ont été observées effectivement. La découverte de séries de sommation est également importante pour la théorie générale des spectres. Dans le cas des séries ordinaires, les nombres d'ondes sont représentés par la différence de deux quantités $A - \Phi(m)$, où m est l'ordre dans la série. L'auteur montre que, dans le cas des séries F au moins, il existe, en plus de ces fréquences par différence, une série correspondante de fréquences par sommation, donnée par $n = A + \Phi(m)$. Pour les séries S, D, si de telles séries existent, elles se trouvent bien loin dans l'ultra-violet. L'auteur a déterminé avec grande précision la valeur de l' « ounne » (*loc. cit.*), en général à 1/100.000, et s'en est servi pour déduire les poids atomiques (à 1/7.000) ou le rapport des poids atomiques (à 1/200.000). Voici les valeurs obtenues, avec celles qu'on a trouvées par les méthodes chimiques à titre de comparaison :

	Ne	Ar	Kr
δ	14,4708±0,0006	57,9209±0,002	249,540±0,002
P. at.	20,0005±0,0004	40,0141±0,0006	83,0550±0,0003
P. at. chim.	20,2	39,88	82,92

	X	Ra Em
δ	611,0100±0,0017	1.787,024±0,05
P. at.	129,963 ∓0,00018	222,259±0,003
P. at. chim.	130,2	222 à 222,4

Séance du 30 Janvier 1919

Sciences physiques. — **MM. F. Horton** et **A. C. Davies** : *Détermination expérimentale du potentiel d'ionisation pour les électrons dans l'hélium*. Les auteurs ont recherché la différence de potentiel minimum que doit franchir un électron pour ioniser un atome d'hélium par collision, en se servant de méthodes capables de distinguer entre l'ionisation du gaz et les effets secondaires dus à la radiation. Ils ont trouvé qu'une radiation se produit quand les électrons animés d'une vitesse de 20,4 volts rencontrent des atomes d'hélium.

1. Voir, pour les précédentes parties de ce travail, la *Revue gén. des Sc.* des 15 févr. 1910, p. 130; 30 mai 1912, p. 413; 15 oct. 1913, p. 746.

mais que celle-ci n'est pas accompagnée d'une ionisation du gaz. Cette dernière ne se produit que lorsque la vitesse des électrons s'élève à 25,6 volts; aucun autre type de radiation ne se forme à ce moment. — MM. **J. C. Mc Lennan** et **F. T. Young** : *Sur les spectres d'absorption et les potentiels d'ionisation du calcium, du strontium et du baryum.* Les auteurs montrent que les longueurs d'onde constituant la série $\delta = (1,5\ S) - (m, P)$, qui sont fortement absorbées par les vapeurs de Ca et Sr, le sont également par la vapeur de Ba. Les longueurs d'onde de cette série sont (pour les valeurs de m allant de 2 à 10) : $\lambda = 5535$, 3275, 2845, 2597, 2542, 2498, 2470, 2455, 2441. La longueur d'onde de fréquence $\delta = (1,5\ S)$ pour le baryum est $\lambda = 2380,56$. En supposant que le potentiel d'ionisation pour le baryum est donné par la relation $Ve = h\delta$, où $\delta = (1,5\ S)$, sa valeur est de 5,21 volts. — M. **C. Dearle** : *Emission et absorption dans le spectre infra-rouge du mercure, du zinc et du cadmium.* L'auteur a étudié les spectres d'absorption de Hg, Zn et Cd au moyen d'un spectrographe de Hilger pour l'infra-rouge pourvu d'un prisme de sel gemme et d'une thermopile linéaire, en combinaison avec un galvanomètre de Paschen. En étudiant le spectre d'émission de la vapeur de Hg bombardée par les électrons, il a constaté qu'une radiation de longueur d'onde $\lambda = 10.140$ est émise pour des voltages de choc ne dépassant pas 5 volts, et même passablement inférieurs. Le mercure possède déjà un potentiel d'ionisation de 10,4 volts; il doit donc en avoir un second d'un autre type aux environs de 2,5 volts. — M. **E. Wilson** : *Mesure des susceptibilités magnétiques d'ordre faible.* L'auteur a construit un instrument qui se prête bien à la mesure des susceptibilités magnétiques d'ordre faible, et il a examiné un certain nombre d'échantillons de roches et d'autres substances. La susceptibilité des roches pulvérisées est sensiblement la même que celle des roches compactes. Pour le mica, la susceptibilité dans la direction parallèle aux lames est, dans certains cas, jusqu'à 50 fois plus forte que dans une direction perpendiculaire. La mesure de la susceptibilité des alliages d'Al légers montre que la susceptibilité de l'Al commercial est augmentée par alliage avec Cu et Mn, et diminuée par alliage avec Co. Les variétés de tourmaline verte et bleu foncé opaques ont des susceptibilités de 16 à 20 fois moindres dans la direction de l'axe cristallographique principal que dans une direction perpendiculaire. La susceptibilité de la tourmaline rose est très faible en comparaison.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Section de Newcastle

Séance du 20 Novembre 1918

M. **W. Diamond** : *Notes sur la détermination du soufre dans l'oxyde de fer épuisé.* La méthode usuelle de détermination par extraction avec CS^2 est inexacte, parce que ce solvant enlève aussi du goudron et de la matière organique. Aussi l'auteur commence par traiter l'oxyde de fer épuisé avec du benzène pour enlever la matière goudronneuse. Cet extrait est divisé en deux parties égales; dans l'une, on détermine le total de la matière extraite, dans l'autre, le soufre à l'état de sulfate de baryum après oxydation par l'acide nitrique. La différence est considérée comme matière goudronneuse. Celle-ci est alors soustraite du résidu de l'extraction ordinaire avec CS^2 et on obtient ainsi le soufre vrai. — M. **G. Weyman** : *La relation entre la structure moléculaire et l'activité vis-à-vis de l'hydrogène sulfuré de l'oxyde de fer.* L'enlèvement de l'hydrogène sulfuré du gaz d'éclairage par l'oxyde de fer est plus complet quand celui-ci est en milieu alcalin. L'auteur a constaté que jusqu'à 650° C. l'oxyde de fer conserve son activité vis-à-vis de H^2S, mais elle diminue considérablement au-dessus. Ce résultat s'applique à l'oxyde lentement refroidi; mais, si on le refroidit rapidement en le plongeant dans l'eau, il retrouve la plus grande partie de son activité. L'emploi utile de ce corps dans la purification du gaz d'éclairage paraît donc dépendre de sa nature, spécialement de son degré de polymérisation. L'hydrate produit par oxydation du sulfure ferrique n'est pas du même type que les variétés rouge, rouge-brun ou brun foncé obtenues en précipitant les sels ferriques par les alcalis; c'est une substance jaune ou brun clair semblable à celle qui se forme par oxydation atmosphérique des hydrates précipités des sels ferreux. Les minerais naturels employés dans la purification du gaz ont été probablement formés d'une manière analogue par précipitation en milieu réducteur et oxydation subséquente.

Section de Londres

Séance du 2 Décembre 1918

MM. **H. G. Colman** et **E. W. Yeoman** : *L'ammoniaque concentrée commerciale et ses impuretés.* L'ammoniaque concentrée commerciale (25 %), fabriquée surtout comme produit intermédiaire pour la préparation des sels d'Am, contient généralement une quantité considérable des impuretés volatiles des liqueurs ammoniacales brutes. Dans un produit normal, ces impuretés (en gr. par 100 cm^3) varient entre les limites suivantes : H^2S, 0 à 0,9; phénols 0,11 à 0,37; bases pyridiques, 0,21 à 0,32; thiosulfate d'Am, 0,08 à 0,25. On y trouve aussi des dérivés du cyanogène : cyanure d'Am, 0 à 0,0054; ferrocyanure, 0 à 0,0415; thiocyanate, 0 à 0,0578, qui présentent des inconvénients surtout pour la fabrication du nitrate d'Am. Les auteurs discutent les meilleurs moyens de les éliminer. — M. **F. B. Jones** : *Analyse des benzols purs du commerce.* L'auteur traite de l'extraction de CS^2, du thiophène, du toluène et de la paraffine, qui ne se présentent généralement qu'en petites quantités. Les élévations correspondantes du point de congélation de l'échantillon occasionnées par l'enlèvement successif de CS^2 et du thiophène sont proportionnelles aux quantités de ces impuretés. Le toluène et la paraffine sont déterminés d'après les quantités dont le point de congélation et la densité du résidu, débarrassé de CS^2 et de thiophène, sont plus faibles que les valeurs correspondantes pour le benzène pur. L'auteur donne un graphique sur lequel on peut lire directement le pourcent en volume de chaque impureté d'après les mesures faites. — MM. **J. J. Fox**, **F. R. Ennos** et **E. W. Skelton** : *Analyse des alliages d'aluminium et de l'aluminium métallique.* Le procédé employé dépendant de la composition de la substance, les auteurs divisent les alliages en 3 classes : 1° Al métallique, dans lequel aucune impureté ne dépasse 1 %; 2° alliages contenant jusqu'à 13 % de Cu, 3 % de Zn, 3 % de Sn et un peu de Mn, Ni et Mg; 3° alliages contenant jusqu'à 20 % de Zn, 5 % de Cu et pas plus de 1 % d'impuretés. Deux méthodes sont proposées. Dans la première, pour les classes (1) et (2), Pb et Mn sont déterminés sur des portions séparées en traitant l'alliage par NaOH à 10 %; dans la portion insoluble, Pb est déterminé à l'état de sulfate, et Mn au moyen du bismuthate de Na. Dans la seconde méthode, pour la classe (3), le métal est dissous dans l'acide nitro-sulfurique, et la silice et le sulfate de plomb filtrés. Cu est déterminé électrolytiquement en présence de H^2O^2, qui donne des dépôts brillants et ne laisse pas de composés azotés qui influeraient sur la détermination électrolytique subséquente de Zn. Après séparation des métaux du groupe II, on ajoute un peu d'acide tartrique et un excès de NaOH et on électrolyse Zn et Fe ensemble sur une électrode tournante de platine doré. Le dépôt est dissous par H^2SO^4 dilué et le fer titré au permanganate.

Section de Nottingham

Séance du 11 Décembre 1918

MM. **H. D. Richmond** et **C. A. Hill** : *L'analyse de la saccharine commerciale.* II. Dans un précédent mémoire, les auteurs avaient décrit la détermination de la

saccharine par hydrolyse et estimation de l'ammoniaque formée; ils s'occupent maintenant de la recherche et de la détermination des impuretés. La matière minérale peut être estimée par sublimation de la saccharine juste au-dessus de son point de fusion, ou par dissolution dans l'acétone qui laisse la matière minérale. L'acide *p*-sulfonamidobenzoïque, l'impureté la plus importante, se détermine d'après les différences de titration entre cet acide et la saccharine, ou en se basant sur son insolubilité dans l'eau. Enfin l'*o*-toluène-sulfonamide est déterminé en se basant sur son insolubilité dans une solution de bicarbonate de soude, qui dissout la saccharine.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Septembre 1918

1° Sciences mathématiques. — M. **Jan de Vries** : *Une involution dans l'espace à rayons déterminé par deux congruences de Reye.* — M. **J. C. Kluyver** : *Sur le calcul de* $\zeta(2n+1)$. L'auteur traite de nouveau la transformation des séries $\sum_1^{\infty} n^{-(2h+1)}$ en d'autres, plus rapidement convergentes, et ajoute quelques résultats à ceux déjà obtenus. — MM. L. E. J. Brouwer et J. C. Kluyver présentent un travail de M. **J. Wolff** : *Sur des séries de fonctions analytiques.* Démonstration simple d'un théorème d'Osgood étendu par Vitali et Porter. — MM. W. Kapteyn et Jan de Vries présentent un travail de M. **N. G. W. H. Begeer** : *Sur les corps diviseurs du corps circulaire des racines $l^{\text{ièmes}}$ de l'unité et les nombres de leurs classes.* I. — MM. Jan de Vries et J. Cardinaal présentent un travail de M. **C. H. van Os** : *Une involution de paires de points et une involution de paires de rayons dans l'espace.* — M. H. A. Lorentz et J. C. Kluyver présentent un travail de M. **H. B. A. Bockwinkel** : *Remarques sur le développement d'une fonction en une série à facultés.* II. — MM. H. A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent un travail de M. **A. D. Fokker** : *Sur ce qui répond, dans des espaces non euclidiens, à un déplacement parallèle et sur la courbure riemannienne.* — MM. H. A. Lorentz et P. Zeeman présentent un travail de M. **Th. de Donder** : *Le tenseur gravifique.* — MM. H. Kamerlingh Onnes et H. A. Lorentz présentent deux travaux de M. **W. H. Keesom** et Mme **C. Nordstrom van Leeuwen** : *Déduction du troisième coefficient du viriel pour des points matériels (ou des boules rigides) qui exercent les uns sur les autres des forces centrales. Développement du troisième coefficient du viriel pour des points matériels (ou des boules rigides) qui agissent les uns sur les autres par des forces centrales proportionnelles à* r^{-5} *ou* r^{-6}.

2° Sciences physiques. — MM. H. A. Lorentz et W. H. Julius présentent un travail de MM. **L. S. Ornstein** et **H. C. Burger** : *Sur la théorie du mouvement brownien.* Les auteurs montrent que, dans sa nouvelle théorie du mouvement brownien, M. J. D. van der Waals Jr part d'hypothèses et de thèses inexactes. — MM. H. A. Lorentz et P. Zeeman présentent un travail de M. **O. Postma** : *Sur le frottement au point de vue du mouvement brownien.* — MM. H. A. Lorentz et W. H. Julius présentent un travail de MM. **L. S. Ornstein** et **F. Zernike** : *Propriétés magnétiques de réseaux cristallins cubiques.* Les auteurs prouvent qu'un cristal magnétique construit suivant le modèle de Peddie, Honda et Okubo, où les atomes magnétiques sont disposés en un réseau cubique, est instable et ne saurait donc présenter de force coercitive. — MM. H. A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent un travail de MM. **J. J. Haak** et **R. Sissingh** : *Recherches expérimentales concernant la nature des couches superficielles dans la réflexion par le mercure et la différence au point de vue optique entre le mercure solide et le mercure liquide.* La couche d'air adsorbée à la surface du mercure a une influence sur les constantes optiques de ce métal; cette couche augmente d'épaisseur avec le temps et les constantes sont donc fonctions du temps. Par extrapolation, on trouve les constantes pour une surface de mercure pur. Ces constantes sont les mêmes pour le mercure solide que pour le mercure liquide. — MM. H. Kamerlingh Onnes et W. H. Julius présentent un travail de M. **A. J. Bijl** et **N. H. Kolkmeyer** : *Examen au moyen des rayons Roentgen de la structure cristalline de l'étain blanc et de l'étain gris. II. La structure de l'étain blanc. III. La structure de l'étain gris.* L'étain blanc est quadratique, l'étain gris a la structure du diamant; cette dernière structure montre bien la tétravalence de l'étain, tandis que dans la première deux valences prédominent. — MM. P. Zeeman et S. Hoogewerff présentent un travail de MM. **A. Smits** et **J. M. Bijvoet** : *Sur l'importance de l'effet Volta dans la mesure d'équilibres électromoteurs.* Même en supposant que dans le cas d'équilibre interne des métaux l'effet Volta soit petit, dans les phénomènes de polarisation cet effet devient grand et n'est par conséquent plus négligeable; c'est ce qu'apprennent les nouvelles théories concernant les équilibres électromoteurs. — MM. J. Boeseken et F. M. Jaeger présentent un travail de M. **F. E. C. Scheffer** : *Sur l'acide phénylcarbamique et ses homologues.* Études du système aniline-anhydride carbonique; formation d'une combinaison additionnelle, probablement un acide carbamique; extension aux trois toluidines : formation des trois acides tolyl-carbamiques. — M. P. van Romburgh présente un travail de M. **A. W. K. de Jong** : *La détermination de la teneur en géraniol de l'huile de citronelle.*

3° Sciences naturelles. — M. **J. F. van Bemmelen** : *L'origine androgène des cornes et des ramures.* — MM. **H. J. Hamburger** et **R. Brinkman** : *La façon dont les reins se comportent vis-à-vis de quelques sucres isomères.* L'épithélium glomérulaire est capable de distinguer le glycose des autres monosaccharides; il arrête le glycose en laissant passer les autres. Ce n'est pas une question de grandeur de la molécule, car l'épithélium est perméable aux disaccharides, à poids moléculaire plus élevé, et même au raffinose. Il semble que ce soit une question de stéréoisomérie. — M. **F. A. F. C. Went** : *L'allure de la formation de la diastase chez l'Aspergillus niger.* Pendant les premiers jours après la germination, il se forme de grandes quantités de diastase dans le mycélium de cette moisissure, puis cet enzyme se détruit de plus en plus rapidement, au point qu'au bout de cinq jours environ la quantité de diastase présente atteint un maximum. — M. **G. Grijns** : *Y a-t-il une relation entre le pouvoir absorbant pour la chaleur rayonnante et le pouvoir odorant des substances?* Recherches prouvant qu'une telle relation n'existe pas. — MM. C. A. Pekelharing et H. Zwaardemaker présentent un travail de Mlle **M. A. van Herwerden** : *De l'influence des rayons du radium sur l'ovogenèse de Daphnia pulex.* Les ovules de *Daphnia pulex* sont les plus sensibles au rayonnement du radium dans le dernier stade de leur maturation. La résistance augmente durant le développement embryonnaire.

J.-E. V.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 31 mars, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre non résidant, en remplacement de M. H. Bazin, décédé. La Commission chargée d'établir une liste de candidats avait présenté : en première ligne M. Eug. Cosserat, en seconde ligne M. M. de Sparre, en troisième ligne MM. Ph. Barbier et R. de Forcrand. Au premier tour de scrutin, M. Eug. Cosserat a été élu par 35 voix sur 53 votants.

Le nouvel académicien, qui est directeur de l'Observatoire et professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, est l'auteur d'importants travaux d'Astronomie, de Géométrie supérieure et sur la théorie de l'élasticité.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

L'aménagement du Rhône[1]. — Parmi les grands travaux publics, dont nous avions commencé l'étude avant la guerre, l'un des plus urgents est à coup sûr celui de l'aménagement du Rhône, mais l'*aménagement intégral*, envisagé au triple point de vue de la force motrice, de la navigation et de l'irrigation; c'est la seule solution qui soit capable de concilier à la fois les intérêts particuliers et l'intérêt général, et qui, en même temps, se prête le mieux à l'organisation financière.

La dernière Conférence interdépartementale pour l'aménagement du Rhône, réunie à Marseille le 29 août 1918, avait décidé : 1° d'inviter l'Etat à faire procéder d'urgence à la mise au point du programme complet d'aménagement; 2° de constituer entre les collectivités intéressées (départements, villes, chambres de commerce) un groupement chargé de résoudre le problème financièrement avec l'aide de l'Etat; 3° de réserver d'abord au « périmètre d'intérêt économique direct du Rhône » les forces motrices indispensables à son développement. D'autre part, le Congrès de la Houille blanche, qui s'est tenu à Paris les 24 et 25 février 1919, a affirmé à nouveau les mêmes principes, à savoir : 1° que l'aménagement du Rhône constitue un tout qui, dans aucun cas, ne peut être morcelé par l'octroi de concessions ni à des intérêts particuliers, ni à une collectivité prise isolément; 2° que la région du Rhône a un privilège sur les forces motrices indispensables à son complet développement économique; mais le Congrès a reconnu, en outre, et c'est le fait nouveau intéressant, que la réalisation de l'œuvre d'ensemble réclame le concours de la ville de Paris, comme associée et cliente pour la satisfaction de ses besoins urgents et actuels.

Sur le Haut-Rhône, de Lyon à Genève, c'est la question de la force motrice qui est prépondérante; toutefois, elle doit être résolue en sauvegardant les intérêts de la navigation, si l'on veut faire du Rhône une voie concurrente à celle du Rhin et « capter » à notre profit une bonne part du trafic d'approvisionnement de la Suisse, qui passait auparavant par Rotterdam ou par Gênes et que nous avions absorbée depuis la guerre. Trois projets d'aménagement sont en présence : 1° un barrage unique de 69 mètres de hauteur, plus 31 mètres de fondation, établi à Génissiat; 2° un double barrage de 38 mètres de hauteur, à Bellegarde, et de 25 mètres, à Malpertuis, à 7 kilomètres en aval. Le barrage unique submergerait le site de la « perte du Rhône », le village d'Essertoux, une partie de ceux d'Arlod, de Bellegarde, de Coupy, avec leurs installations industrielles, et le pont de Lucey, mais il servirait mieux les intérêts de la navigation que le double barrage[1]. On reproche aussi à ces grands ouvrages les aléas relatifs à leur stabilité et surtout à leur étanchéité, le danger des possibilités de rupture, les probabilités de comblement par les apports de l'Arve. D'où le 3e projet, qui substitue aux barrages une dérivation au moyen d'un canal latéral à ciel ouvert, et qui, d'après ses auteurs, vise encore à régulariser le régime du fleuve à son entrée en France, par

1. Cf. spécialement le *Bulletin trimestriel de l'Office des Transports du Sud-Est*, qui paraît à Lyon, au siège de l'Office, et le *Bulletin mensuel de la Chambre de Commerce française de Genève*. — M. ARMAND : L'aménagement intégral du Rhône; solutions possibles. *Organisation et Production*, février 1919, avec 1 carte.

1. Cf. E.-A. MARTEL : La perte et le cañon du Rhône. *La Géographie*, 15 mars 1914.

l'utilisation méthodique de la capacité de retenue du Léman. Les intérêts de la navigation seraient sauvegardés par l'établissement d'un canal latéral.

Avec la solution des barrages, les bateaux passeraient d'un bief à l'autre au moyen d'un système d'ascenseur, très coûteux d'établissement et d'entretien, et dont il n'existe pas encore d'exemplaire réalisé avec de pareilles dimensions. C'est pourquoi M. l'Ingénieur en chef Armand, quoique partisan du barrage unique, préfère remplacer l'ascenseur par un système d'écluses, en faisant observer que, si l'écluse enlève de l'eau au barrage, l'ascenseur est un gros consommateur de force motrice.

D'autre part, en vue d'améliorer la navigation en aval de la région des barrages ou du canal de dérivation, deux projets sont en présence : 1° celui de M. l'Ingénieur en chef Armand, qui consiste en six dérivations, analogues à celles du canal de Jonage, qui permettraient la traction au moyen de remorqueurs à aubes et qui seraient, en outre, susceptibles de produire en basses eaux 142.000 chevaux de force; 2° le projet de l'ingénieur suisse Autran, en vue de la création d'un chenal navigable par dragages dans le lit du fleuve.

La navigation éviterait la traversée de la ville de Lyon au moyen d'un canal de ceinture, qui est actuellement étudié par l'Ingénieur en chef de la ville. Ce canal, de 11 kilomètres environ, réunirait le Rhône, en aval de Lyon, près de Saint-Fons, au canal de Jonage, près de l'usine de Vaulx-en-Velin, et passerait en souterrain sous l'éperon qui relie Bron à Saint-Priest. Il communiquerait avec deux ports placés vers ses extrémités.

Sur le Bas-Rhône, de Marseille à Arles, c'est la navigation et l'irrigation qui doivent avoir la prépondérance, ce qui peut, d'ailleurs, se concilier avec une importante récupération de force motrice, 200 à 300.000 chevaux.

Depuis 1878, la navigation a déjà été très sensiblement améliorée par la construction de digues longitudinales sur les rives concaves, et de digues transversales (tenons ou épis), dirigées du côté de l'amont et qui, rejetant les eaux vers le milieu du fleuve, provoquent l'affouillement du lit. De nouveaux progrès sont nécessaires pour vaincre les pentes trop fortes et augmenter le mouillage.

Le premier projet qui se présente, dû à MM. Billet et Givoiset, est celui qui a été primé au concours organisé par l'Office des Transports du Sud-Est; c'est le plus simple et le moins coûteux : au moyen de courtes dérivations éclusées, de 2 à 3 kilomètres de longueur, il évite les rapides et dispense les bateaux, à la remonte, du gros supplément de puissance, fort onéreux, nécessaire juste à ces endroits et inutilisé sur tout le reste du parcours. Le projet de canal latéral au Rhône est, au contraire, le plus onéreux, et c'est pour cette raison qu'il a été rejeté par le Conseil général des Ponts et Chaussées. Il a cependant conservé des partisans très convaincus, comme MM. Estier et J. Maitre, qui le considèrent comme la seule solution complète et acceptable, laissant disponible la presque totalité de l'eau pour la force motrice et les irrigations, et la meilleure solution pour la navigation en allongeant suffisamment les biefs au moyen du remplacement des écluses par un système d'ascenseurs ou de plans inclinés. Enfin, tout récemment, M. L. Mähl vient de proposer la canalisation du lit du fleuve par des barrages à vannes, avec écluse double ascendante et montante, placés en travers du fleuve et formant 28 biefs en aval de Lyon et 16 entre Jonage et la frontière suisse. L'auteur signale les avantages suivants sur le canal latéral : le bénéfice de la navigation sur les deux rives du fleuve, les moindres chances de gel durant l'hiver, la largeur plus grande de la surface navigable; enfin, la possibilité d'une marche beaucoup plus rapide pour les bateaux [1].

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure
de Commerce de Lyon.

1. Sur l'importance et les conditions de la navigation sur le Bas-Rhône, cf. notre article de la *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1909.

§ 3. — Physique

Variation de la résistance électrique pendant la fusion des métaux. — Il est naturel de penser que la fusion des métaux entraîne une variation brusque de leur résistance électrique, comme des autres propriétés chimiques. L. de la Rive [1], opérant sur six métaux, étain, zinc, plomb, cadmium, bismuth et antimoine, a noté, le premier, une variation discontinue de la résistivité pendant la fusion : pour l'étain, le plomb, le cadmium et le zinc, la résistivité devient approximativement double; elle diminue pour l'antimoine et le bismuth. G. Vincentini et D. Omodei [2], reprenant les mesures sur le bismuth, l'étain, le thallium, le cadmium et le plomb, conclurent que la résistivité d'un métal pris à l'état liquide, à son point de fusion, est proportionnelle au poids atomique; mesurant également la variation de volume de ces métaux pendant la fusion, ils constatèrent que les métaux dont la résistance augmente pendant la fusion sont précisément ceux qui augmentent de volume en fondant; les métaux dont la résistance diminue subissent une contraction.

Mentionnons simplement les recherches postérieures de Vassura [3], Muller [4], Vicentini et Omodei [5], Hackspill [6]. Les expériences de Guntz et Broniewski [7] sur le gallium et le tellure ont montré que la résistance du gallium diminue pendant la fusion, tandis que celle du tellure augmente avec la température jusqu'à 50° C., passe alors par un maximum, diminue ensuite quand la température s'élève jusqu'au point de fusion (446° C.) où elle augmente brusquement; un peu avant la fusion, la résistance est environ le 1/12 du maximum; après fusion, elle en est environ le 1/6.

Northrup a fait une étude complète du phénomène sur douze métaux différents : potassium, antimoine, aluminium, sodium, cuivre, zinc, cadmium, étain, mercure, plomb, or, bismuth. Il a étendu ses mesures jusqu'à 1.000° C. et a constaté que la résistance du métal fondu varie linéairement en fonction de la température.

M. Hidéo Tsutsumi [8] a publié récemment les résultats de mesures précises sur la variation de volume pendant la fusion. La méthode consiste à mesurer le courant qui traverse un échantillon déterminé et la différence de potentiel entre deux de ses points. Le récipient contenant le métal est constitué par deux creusets de magnésie (2 cm. de diamètre et 2 cm. de hauteur), reliés à leur partie inférieure par un mince tube de silice (3 mm. de diamètre et 6,5 cm. de longueur); le tube est noyé dans un ciment destiné à éviter les ruptures. Les électrodes sont en fer, sans action sur la plupart des métaux fondus. On élimine l'influence possible de l'effet thermo-électrique sur la différence de potentiel en prenant la moyenne des lectures obtenues avec deux sens opposés du courant. Pour étudier le cuivre, qui est attaqué par le fer, une disposition spéciale a été adoptée. Les métaux sont chauffés dans un four électrique à résistance permettant d'atteindre 1.300° C. Afin de protéger le métal contre l'oxydation, on maintenait dans le four une atmosphère d'hydrogène; pour l'antimoine, attaqué par l'hydrogène, on a pris une atmosphère de gaz carbonique.

Dans le tableau I, qui résume les mesures de M. Hidéo Tsutsumi, nous avons indiqué, pour chaque métal : la température de fusion t, la conductivité à l'état liquide σ_l, la conductivité à l'état solide σ_s, et le quotient σ_l/σ_s.

1. *Arch. des Sciences phys. et nat.* (Genève), 1863.
2. *Atti Acc. Sc. Torino*, t. XX, 1884.
3. *Nuovo Cimento*, 1890.
4. *E. T. Z.*, t. XIII, p. 72; 1892.
5. *Atti Acc. Lincei*, 1894.
6. *C. R. Acad. Sc.*, 1910.
7. *C. R. Acad. Sc.*, 1910.
8. *Science Reports of the Tôhoku Imperial University*, 1re série, t. VII, p. 93-106; septembre 1918.

TABLEAU I. — **Conductivités de quelques métaux au point de fusion.**

Métal	t	σ_l	σ_s	$\sigma_l : \sigma_s$
Hg	— 38°,8C.	$93,8 \times 10^{-6}$	$29,2 \times 10^{-6}$	3,22
Sn	230	48,2	23,8	2,03
Bi	269	123	282,6	0,43
Pb	327	99,3	48,1	2,07
Zn	418	36,2	17,3	2,09
Sb	630	108	162	0,67
Al	657	20,1	12,2	1,64
Ag	962	16,2	9,32	1,74
Cu	1.082	246	10,9	2,04

Comme on le voit par l'examen du Tableau, le quotient des résistivités d'un même métal à l'état liquide et à l'état solide, au point de fusion, est approximativement égal à 2, sauf pour le bismuth et l'antimoine pour lesquels il est voisin de 1/2.

Variations du courant photo-électrique produites par l'échauffement, l'occlusion et l'émission des gaz. — M. Welo[1] a étudié spectroscopiquement les gaz émis par l'argent, l'or, le nickel, le palladium et le platine à diverses températures comprises entre la température ambiante et le point de fusion et déterminé, après refroidissement du métal, l'émission photo-électrique. L'échauffement est produit par le passage, dans le métal, d'un courant d'intensité croissante. L'auteur a représenté sur des courbes l'intensité du courant photoélectrique en fonction du courant d'échauffement (l'échauffement est prolongé jusqu'à ce que l'émission photo-électrique ne varie plus). Le nickel, le palladium et le platine n'émettent des gaz carbonés ou de l'oxygène que dans les intervalles où la sensibilité photo-électrique est grande; ailleurs ils fournissent de l'hydrogène. L'argent et l'or donnent de l'hydrogène avec tous les courants d'échauffement, mais dans les intervalles où la sensibilité photo-électrique est grande, les gaz qui prédominent sont ceux qui fournissent le spectre du carbone.

M. Welo a également étudié l'influence qu'exercent les gaz sur l'émission des métaux purifiés par échauffement dans le vide jusqu'au voisinage de la fusion, espérant ainsi retrouver des courbes analogues à celles obtenues pendant la purification des métaux. Les métaux, après purification, étaient maintenus pendant un temps assez long dans les gaz à étudier ou bien chauffés dans le gaz jusqu'au voisinage de la fusion, la température étant ensuite abaissée graduellement. Un mélange d'hydrogène et d'oxygène permet de retrouver des courbes analogues à celles que donne le métal vierge, pour l'argent, le palladium et le platine. L'oxygène seul fournit une bonne imitation de la courbe primitive avec le nickel. L'anhydride carbonique est sans influence sur les métaux à moins qu'il ne soit seul. Le cyanogène et le gaz d'éclairage introduisent des caractéristiques nouvelles dans les courbes. L'échauffement dans les flammes simples ou dans les flammes colorées donne la courbe du type hydrogène-oxygène. M. Welo examine ensuite diverses théories permettant d'interpréter ces phénomènes.

§ 4. — Chimie

La rouille du fer en contact avec d'autres métaux et alliages. — MM. O. Bauer et O. Vogel[2] ont essayé de déterminer jusqu'à quel point le contact avec un autre métal influe sur le degré de corrosion du fer dans une solution de chlorure de sodium à 1 % à 18° C.

Dans tous les cas où deux métaux sont en contact, le métal le plus noble est beaucoup moins corrodé que s'il avait été seul dans la solution ; cette protection s'obtient aux dépens du métal le plus électro-négatif. Dans les solutions à faible conductibilité électrique, cet effet est moins marqué.

Seuls, le magnésium et le zinc peuvent être employés pratiquement pour protéger le fer, le zinc étant le plus avantageux par suite de la plus facile désintégration du magnésium.

Au contact du cuivre, le fer est beaucoup plus fortement attaqué que s'il était seul. Quand la concentration de la solution saline augmente, la vitesse d'attaque du fer au contact du cuivre diminue.

En ce qui concerne l'effet protecteur de Mg et Zn dans diverses solutions salines, MM. Bauer et Vogel montrent que la conductibilité de l'électrolyte a une influence considérable : plus elle est élevée, plus la protection d'une quantité donnée de métal protecteur est efficace. Quand on ne peut déceler aucune rouille visible du fer, l'immunité contre la corrosion est complète.

La direction suivant laquelle le courant électrique traverse l'électrolyte a de l'importance : la résistance est plus forte quand le courant passe d'une grosse électrode à une petite qu'en sens inverse.

Les auteurs désignent sous le nom de « limite de protection » le courant en ampères par cm² qui empêche juste la corrosion. Pour la solution de sel à 1 %, cette limite est de 0,0000106. Il est donc possible de déterminer le courant qui protège complètement une surface donnée de fer dans l'eau de mer.

§ 5. — Métallurgie

La production minière et métallurgique aux États-Unis pendant la guerre[1]. — Les États-Unis sont au premier rang dans le monde pour la production du charbon, du pétrole, de la fonte, de l'acier, des principaux métaux usuels et de l'argent. L'extraction du charbon bitumineux et du lignite a passé de 502 millions de tonnes (de 907 kg.) en 1916, à 585 millions en 1918, et celle de l'anthracite, dans le même intervalle, s'est élevée de 87 millions à 99. La production du coke a atteint 56 millions de tonnes en 1918.

La production du minerai de fer a, par contre, fléchi de

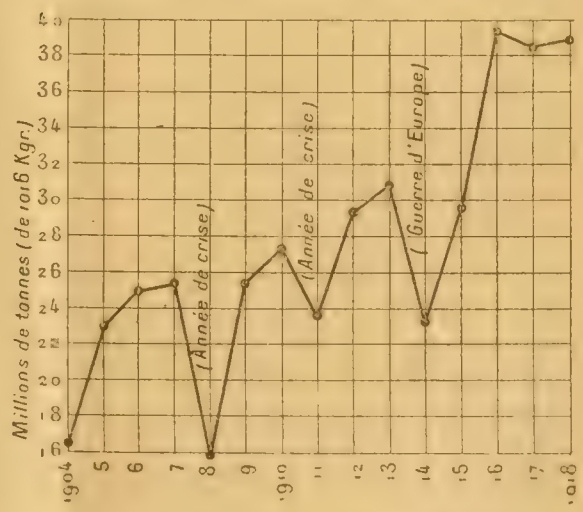


Fig. 1. — *Production de la fonte aux États-Unis.*

75 millions de tonnes (de 1.016 kg.), en 1916, à 72 millions, en 1918, sur lesquels 63 millions provenaient des gisements du lac Supérieur, qui constitue le principal centre d'approvisionnement des États-Unis. Cette localisation, au bord d'une magnifique voie d'eau constituée par la réunion des cinq lacs et les canaux qui en divergent, permet le transport des minerais aux grands

1. L. A. Welo. *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 251-276; octobre 1918.

2. *Mitt. K. Materialprüf.*, t. XXXVI, p. 114-208; 1918.

1. *The Engineering and Mining Journal*, 11 janvier 1919 *L'Economiste français*, 1er et 8 mars 1919.

centres métallurgiques dans des conditions particulièrement avantageuses de bon marché.

La production de la fonte accuse également une réduction de 39,4 millions de tonnes, en 1916, à 38,8 millions en 1918, dont 47,3 °/₀ en fonte basique, 33 °/₀ en fonte Bessemer. Le graphique ci-dessus (fig. 1) indique les progrès réalisés depuis quinze ans, les larges fluctuations dues aux crises industrielles et commerciales, et, après les incertitudes de la déclaration de guerre, l'énorme impulsion produite par les commandes des pays alliés.

L'acier a subi une réduction du même ordre que la fonte; la production de 1918 a atteint 42 millions de tonnes contre 43,7 millions en 1917.

Grâce à la demande grandissante du produit et à l'établissement des prix, maintenus officiellement à des niveaux très élevés, la production du pétrole s'est élevée de 637 millions d'hectolitres en 1917, à 656 millions, en 1918. Les principaux Etats fournisseurs sont, par ordre d'importance, l'Oklahoma et le Kansas, la Californie, les Etats du Golfe, la région appalache, l'Illinois et le Texas; chaque année, d'ailleurs, des fluctuations se produisent dans les différents districts suivant l'épuisement des anciens champs et le rendement des nouveaux forages.

Les Etats-Unis fournissent plus de la moitié de la production mondiale de cuivre, soit, pour 1918, 848.000 tonnes métriques sur un total de 1.395.000. Les principaux Etats fournisseurs sont par ordre d'importance : l'Arizona (40 °/₀), le Montana, l'Utah et le Michigan. Les Etats-Unis sont également au premier rang pour la production du plomb; ils ont extrait, en 1918, 499.000 tonnes métriques, sur un total de 998.000 tonnes, en diminution, comme pour le cuivre, sur les chiffres de 1916 et 1917, et provenant principalement des Etats d'Idaho et de Missouri. La production du zinc accuse aussi un fléchissement sensible sur les chiffres des deux années précédentes, 477.000 tonnes métriques contre 620.000 en 1917. Les Etats-Unis occupent encore le premier rang pour ce métal, qui est extrait principalement de l'Illinois, de l'Oklahoma, du Missouri et du Kansas.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure
de Commerce de Lyon.

§ 6. — Biologie

Un projet de Catalogue des Collections d'Ostéologie comparée du Muséum. — Nous recevons de M. R. Anthony la lettre suivante, que nous nous faisons un plaisir d'insérer :

Monsieur le Directeur,

Un premier fascicule du *Catalogue descriptif et raisonné des Collections d'Ostéologie comparée du Muséum d'Histoire naturelle* devant prochainement paraître, je prends la liberté de venir, par avance, vous exposer quel sera le caractère de cette publication, dont a bien voulu me charger le Professeur Edmond Perrier, et qui a pu être entreprise grâce à une subvention de l'Académie des Sciences (fonds Loutreuil) accordée sur la proposition de l'Assemblée des Professeurs du Muséum.

L'ouvrage a un double but : en premier lieu, fournir la liste exacte et précise de ce que contiennent les Collections d'Ostéologie du Service d'Anatomie comparée de notre établissement national; en second lieu, donner aux chercheurs les moyens d'étudier avec fruit l'Ostéologie comparée n'importe où, mais plus particulièrement dans les Collections du Muséum.

Du but conçu résulte le plan qui doit être uniformément suivi dans chacun des fascicules dont la publication sera composée. Chaque ordre, de Mammifères par exemple, fera l'objet d'un fascicule spécial dont l'importance variera suivant le nombre de formes différentes que l'ordre comporte, et chaque fascicule comprendra deux parties : une partie descriptive générale, et une partie consacrée à l'énumération des pièces de collections.

La partie descriptive, sur laquelle je crois devoir tout particulièrement insister, contiendra les diagnoses des ordres, de leurs subdivisions, celles des familles, de leurs subdivisions aussi, des genres et des sous-genres, et, même, des espèces maîtresses autour desquelles se groupent les autres, *en insistant plus particulièrement sur les caractères empruntés à l'anatomie du squelette*; seront en outre indiquées les grandes lignes de la répartition géographique, ainsi que les principales sources bibliographiques à consulter sur l'ostéologie des divers groupes. Cet ensemble de renseignements, qu'illustreront de très nombreuses figures toutes originales et exécutées d'après les pièces de nos collections, me paraît devoir constituer en somme une série de mémentos zoologiques, de monographies résumées dont aucun exemple, je crois, ne peut être actuellement cité.

On se plaint souvent à l'étranger, notamment en Amérique, où l'on s'intéresse infiniment plus qu'on ne le fait ici à l'Anatomie des Vertébrés, de l'inexistence d'un traité moderne d'Ostéologie mammalienne comparée, plus détaillé que celui de Flower, et moins exclusivement iconographique que les *Ossements fossiles* de G. Cuvier et l'*Ostéographie* de Blainville. La partie descriptive de l'ouvrage dont je vous expose la conception me paraît devoir remplir ce desideratum, au moins en ce qui concerne les formes actuellement vivantes. Et l'Anatomie des Vertébrés est encore si mal connue, même dans ses plus grandes lignes, en dépit d'apparences qui ne peuvent tromper que ceux qui en ignorent les éléments, qu'il ne saurait s'agir ici d'une œuvre de compilation pure : un tel travail implique une revision complète des caractères des groupes, et cette revision aboutit souvent à réformer des erreurs anciennes, presque toujours à découvrir des caractères de très grande importance qui avaient passé inaperçus.

La partie catalogue proprement dite comportera dans chaque fascicule l'énumération de toutes les pièces que contiennent aussi bien les Collections publiques que les Réserves d'études du Service d'Anatomie comparée, leur numéro d'inscription, leur détermination exacte (toutes les déterminations ont été soigneusement revues à l'occasion même de la rédaction du Catalogue), l'indication de leur état, de leur provenance et des études pour lesquelles elles ont déjà été utilisées, enfin les remarques qu'elles suggèrent.

Il ne saurait vous échapper, Monsieur le Directeur, que la tâche entreprise, du moins de la façon dont elle est envisagée, dépasse les limites des possibilités d'un seul travailleur; mais il est à espérer que peu à peu les études d'Anatomie comparée sur les Vertébrés retrouveront près des biologistes français leur ancienne faveur et qu'alors les collaborations autorisées ne manqueront pas au Catalogue.

Les immenses ressources que possède, pour l'étude de l'Ostéologie comparée, le Service d'Anatomie du Muséum national d'Histoire naturelle sont peut-être encore insuffisamment connues, tant en France qu'à l'étranger. Le but de cette publication est d'en faciliter la large utilisation [1].

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur,.....

R. Anthony.

Paris, le 11 avril 1919.

1. Le premier fascicule à paraître du Catalogue d'Ostéologie comparée est celui qui concerne les Pangolins (Pholidota). Chez MM. Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris.

LES LABORATOIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHES DE PHYSIQUE ET MÉCANIQUE INDUSTRIELLES

Il n'est pas exagéré de penser que l'avenir de la France dépend actuellement, pour une très large part, du développement que va prendre son industrie. A son essor est lié l'essor économique général du pays, et peut-être, au moins en partie, la solution du problème si grave de la dépopulation. Pour que ne risque pas de devenir inutile le sacrifice de tous ceux qui sont morts pour conserver à la France le rang auquel elle a droit, il nous faut réaliser dans un délai de quelques années un développement industriel analogue à celui par lequel l'ennemi était à la veille de nous vaincre sans coup férir.

Pour cela il importe de tirer tout le parti possible de trois éléments importants de succès que la guerre elle-même nous a apportés :

elle a intéressé tous ceux qui pensent, aux problèmes industriels ;

elle a supprimé les cloisons étanches entre le monde scientifique, qui doit fournir les bases des méthodes, et le monde industriel, qui doit mettre au point les méthodes, et les faire produire;

enfin, elle a fait sentir beaucoup plus nettement à tous la nécessité impérieuse d'une organisation méthodique de l'Industrie.

La guerre économique de ces dernières décades conduisait la France à une lente mais totale défaite dont elle ne se serait pas relevée, et cependant il a fallu la crise violente de la guerre militaire, le coup de fouet des nécessités de réalisation immédiate et improvisée d'un matériel chaque jour plus varié et plus abondant, pour amener la masse des Français instruits à réfléchir aux problèmes industriels, jusque-là complètement abandonnés à une petite minorité de spécialistes.

Les besoins sans cesse croissants des organisations techniques de guerre ont provoqué des contacts multiples entre les industriels spécialisés et tous ceux qui apportaient, avec leur bonne volonté, les tournures d'esprit diverses produites par d'autres types de culture intellectuelle. Ces collaborations, jointes aux rudes leçons des faits, ont été riches d'enseignements pour tous et dans tous les domaines (social, économique, financier, scientifique).

La liaison qui s'est établie en particulier entre les industriels et les hommes de science est une des plus intéressantes. Quelque inattendu que cela paraisse à première vue, elle a été réellement, pour presque tous les intéressés, une révélation mutuelle.

La « collaboration de la Science et de l'Industrie » n'est pas un mot nouveau, mais elle n'était guère qu'un mot, malgré quelques efforts individuels isolés et les campagnes entreprises, déjà bien avant la guerre, par les plus qualifiés d'entre ceux qui veulent en faire une réalité. Les industriels utilisaient les résultats scientifiques ; certains d'entre eux se trouvaient d'ailleurs conduits à prendre part à leur élaboration ; mais il n'y avait en réalité, sauf de rares exceptions, ni collaboration, ni même, en général, volonté précise de collaborer, entre ceux dont le rôle est de faire des recherches scientifiques et ceux dont le rôle est d'utiliser dans l'Industrie les données de la Science.

Ce fossé, la guerre ne l'a pas complètement comblé ; mais elle a préparé le travail à tel point qu'il suffit maintenant de quelques efforts de part et d'autre pour achever son œuvre. L'Académie des Sciences, tant par ses encouragements que par la création récente d'une Division de Sciences appliquées, a mis en lumière la volonté du milieu scientifique de se donner activement à une collaboration effective avec l'Industrie. D'autre part, beaucoup d'industriels se sont rendu compte, au contact des hommes de science avec qui ils ont collaboré, que les « savants » ne sont nullement des gens dénués de sens pratique, et que la culture scientifique n'exclut en rien le bon sens et le talent de réalisation.

Des deux côtés, les esprits sont donc parfaitement préparés et il ne reste plus qu'à entrer dans la voie des réalisations ; c'est à quoi sont décidés, en particulier, presque tous ceux des hommes de science et universitaires qui ont eu, dans les services techniques de guerre, la captivante révélation des problèmes industriels.

La tournure d'esprit méthodique qu'ils doivent à leur culture scientifique leur a fait sentir, plus vivement encore qu'à qui que ce soit, la nécessité de diriger avant tout l'effort de demain vers l'Organisation méthodique et scientifique du travail industriel : c'est l'organisation scientifique qui avait fait la puissance de l'industrie allemande, contre laquelle nous avons dû lutter, et c'est elle encore qui a assuré le développement formidable de l'industrie américaine, dont le concours nous a apporté une aide si précieuse.

L'organisation méthodique est à améliorer en France, non seulement dans le matériel et les procédés (c'est là le but de la collaboration directe des ingénieurs et des chercheurs scientifiques), mais aussi dans la formation du personnel industriel; c'est là l'œuvre la plus urgente peut-être, car elle est la condition première d'une organisation matérielle suffisante et durable.

Pour la formation des ouvriers, des voix beaucoup plus autorisées ont signalé la crise grave de l'apprentissage et l'urgence des mesures à prendre [1]. Les associations syndicales semblent appelées à jouer un rôle fondamental dans la solution de ce problème.

C'est encore à elles qu'il appartiendra de faire les efforts indispensables pour assurer aux plus capables des ouvriers le complément d'instruction nécessaire pour faire d'eux des chefs d'équipe et des contremaîtres.

Reste la question de la formation des ingénieurs, que nous allons examiner ici.

I. — La formation scientifique des Ingénieurs

Cette formation comprend ou doit comprendre deux parties :

Il faut d'une part enseigner aux futurs ingénieurs les connaissances scientifiques et techniques indispensables dans la pratique industrielle normale;

Il faut d'autre part développer chez eux les facultés intellectuelles sans lesquelles ils ne pourront guère apporter de contribution personnelle au perfectionnement des industries qu'ils sont appelés à diriger : c'est-à-dire le goût de la méthode et le sens expérimental, autrement dit *l'esprit scientifique*.

Les Ecoles et Instituts techniques de divers types et degrés répondent au premier de ces deux besoins. Les Ecoles techniques ont été conçues et réalisées suivant des formules très diverses, pour donner :

soit l'Enseignement technique général des Ecoles d'Arts et Métiers,

soit l'Enseignement technique général supérieur de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, après une culture scientifique et surtout mathématique plus poussée,

soit l'Enseignement technique supérieur spécialisé des Ecoles des Mines, des Ponts et Chaussées, ou supérieure d'Electricité, après une culture scientifique étendue, fournie, suivant les cas, par l'Ecole Polytechnique, la licence ès sciences, ou les cours préparatoires spéciaux.

A quelque catégorie qu'ils se rattachent, ces enseignements ont nécessairement à fournir une somme très lourde de connaissances tant scientifiques que techniques, qui constituent, en ce qui concerne les problèmes industriels, *la Science acquise*.

Les modifications qu'il pourrait être utile d'apporter aux programmes des Ecoles techniques ont fait l'objet de longues discussions entre les gens les plus qualifiés pour juger à l'épreuve le rendement pratique de ces enseignements. Beaucoup voudraient réduire l'importance et la durée des enseignements généraux au profit des enseignements spécialisés, pour permettre aux jeunes gens d'acquérir rapidement un rendement industriel utile dans telle ou telle branche limitée. Il est très certainement important de donner aux futurs ingénieurs des connaissances plus étendues que celles qu'ils auront strictement à utiliser; mais, si les nécessités économiques imposent vraiment des sacrifices, il y aurait intérêt à réduire au besoin les programmes « d'enseignement » pour introduire des disciplines nouvelles destinées non à fournir des connaissances, mais à développer les qualités intellectuelles qui caractérisent l'esprit scientifique.

Ces qualités intellectuelles indispensables au perfectionnement rapide des industries, les enseignements didactiques ne peuvent guère les faire naître. Ce n'est même pas un paradoxe de dire que, souvent, ils tendent à les étouffer : ils développent facilement, en effet, une tournure d'esprit livresque, qui conduit à rechercher uniquement parmi les résultats acquis, et consignés dans les traités ou les cours, la solution des difficultés de toute espèce rencontrées en pratique. Le progrès exige, au contraire, un effort personnel en face de toute difficulté qui n'a pas été antérieurement résolue.

Parfois même, lorsqu'ils font à la culture mathématique une part exagérée, les enseignements didactiques peuvent provoquer une déformation intellectuelle plus fâcheuse encore que l'absence d'initiative scientifique : les mathématiques cessent alors d'être l'outil admirable qu'elles constituent pour devenir une panacée universelle. Les déductions qu'elles permettent à partir des hypothèses initiales les plus fragiles forment un tout si harmonieux qu'elles paraissent s'imposer à la Nature elle-même, et l'on ne veut plus admettre que les phénomènes puissent s'écarter des lois mathématiques simples et harmonieuses imposées *a priori*. Ce n'est plus alors l'absence de vues sur les voies nouvelles; c'est le mirage trompeur qui risque de diriger et maintenir sa victime dans des sentiers sans issue.

1. Voir en particulier E. Bertrand : L'apprentissage professionnel. *Rev. gén. des Sc.* du 15 mars 1916, t. XXVII, p. 139-151. (N. de l. R.)

Au futur ingénieur, qui doit être aux prises avec les phénomènes de la Nature, il faut assurer une culture expérimentale. De nombreux efforts ont déjà été faits dans ce sens : par exemple à l'Ecole supérieure d'Electricité, pour donner une place importante aux essais de laboratoire, ou à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, pour augmenter le nombre et l'importance des manipulations. Des initiatives nouvelles ont créé des établissements comme l'Ecole municipale de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris, où les études expérimentales de laboratoire tiennent une très large place. Les Universités enfin, grâce à la souplesse de leurs cadres administratifs, ont pu organiser, à côté des Facultés des Sciences, des Instituts techniques soit généraux, soit spécialisés, où elles ont fait une très large part à l'enseignement expérimental.

Ces efforts divers pour donner aux jeunes ingénieurs une idée plus exacte des sciences physiques sont très intéressants. Ils ne suffisent toutefois pas pour développer chez eux le sens et le goût de la recherche expérimentale personnelle, nécessaire à tout perfectionnement des sciences de la nature et de leurs applications industrielles.

Une remarque est à faire ici : Bien des chefs d'industries manifestent quelque méfiance à l'endroit des ingénieurs qui ont le goût des expériences; et cela pour avoir été parfois entraînés dans des dépenses hors de proportion avec les résultats immédiats obtenus. Ces insuccès viennent à l'appui de notre thèse même : dans le domaine de la recherche expérimentale, autant et plus que dans tout autre, la bonne volonté ne saurait, en effet, suffire : il faut savoir distinguer les essais utiles des essais superflus, apprécier la valeur de chaque expérience, et la réduire à sa partie utile, sans gaspillage de temps ni d'argent; en un mot *il faut savoir expérimenter*. Et cela est vrai aussi bien pour l'ingénieur d'atelier, appelé à solutionner par des expériences simples les difficultés diverses rencontrées dans les fabrications courantes, que pour l'ingénieur de laboratoire, spécialement affecté aux recherches systématiques des services d'études.

Il faut donc apprendre aux futurs ingénieurs à *expérimenter*, c'est-à-dire à faire comme il convient les expériences utiles, et rien que celles-ci. Le seul moyen pratique et rapide, c'est de leur faire exécuter personnellement, sous une direction éclairée, un travail de recherche expérimentale ; et nous arrivons ainsi à la notion des Laboratoires d'Enseignement et de Recherches de Sciences industrielles, en particulier des Laboratoires d'Enseignement et de Recherches de Physique et de Mécanique industrielles, qui sont l'objet essentiel de la présente étude.

L'organisation et la direction de ces laboratoire scientifiques, les Universités les doivent à l'Industrie. Par eux, elles pourront développer chez le futur ingénieur, après qu'il a acquis d'autre part les connaissances techniques utiles, l'esprit scientifique qui lui permettra de les faire fructifier. C'est une des formes, l'une des plus importantes et des plus fécondes, sous lesquelles peut et doit être réalisée la collaboration de la Science et de l'Industrie.

Les Universités ont actuellement à leur disposition les moyens de les créer et de les organiser. Si elles obtiennent, des groupements industriels, les appuis et les encouragements nécessaires, elles pourront les développer et leur assurer un plein rendement. Un double devoir s'impose donc aux unes et aux autres, pour le plus grand bénéfice de l'Industrie française.

II. — Organisation générale des laboratoires d'enseignement et de recherches de physique et de mécanique industrielles

Ces laboratoires doivent être distincts et indépendants des Instituts techniques déjà fondés par diverses Universités : ils y pourront recruter une partie de leurs élèves, mais il importe que d'autres recrutements leur soient assurés sur le même pied d'égalité, en particulier celui des élèves sortant des Ecoles d'Arts et Métiers, ou même des Ecoles techniques supérieures.

Ils devraient être adjoints aux chaires de Physique industrielle des Facultés des Sciences, ou même, plus exactement, le titulaire de cette chaire devrait être avant tout directeur du laboratoire d'Enseignement de Physique industrielle, le Cours de Physique industrielle étant considéré plutôt comme annexé au laboratoire pour en seconder les travaux.

L'épreuve essentielle imposée à chaque élève du laboratoire consistera à réaliser personnellement une étude méthodique comportant la mise au point d'un dispositif expérimental et son utilisation pour la réalisation de mesures utiles, sur un sujet quelconque de physique ou de mécanique applicable à un problème industriel.

Une difficulté apparaît, qui semble grave à première vue : c'est le choix de la durée normale de scolarité.

Presque tous les débutants dans la recherche expérimentale passent un temps assez long au laboratoire avant de pouvoir faire du travail utile, ou du moins du travail qui fournisse des résultats utilisables. D'autre part, les nécessités de la

lutte économique obligent les jeunes gens à devenir le plus rapidement possible des producteurs, et nous allons, au moment où le futur ingénieur peut commencer sa carrière industrielle, lui demander un nouveau délai, pour un complément de formation intellectuelle dont il ne comprendra pas toujours toute l'importance. Une enquête menée auprès d'un grand nombre d'industriels et ingénieurs nous a conduit à conclure qu'on ne peut songer à demander une scolarité normale de plus de dix mois, sous peine d'aller à un échec pratique par suppression du recrutement.

On peut résoudre cette difficulté et organiser un enseignement à très bon rendement malgré sa durée restreinte. Les étudiants ne devront pas être livrés à eux-mêmes, comme des candidats au doctorat ès sciences, mais devront exécuter leur recherche expérimentale en collaboration avec le Directeur du Laboratoire. Celui-ci pourra alors, tout en leur laissant bien voir les difficultés rencontrées, et même en mettant celles-ci en lumière, leur éviter les pertes de temps et les tâtonnements qu'elles auraient entraînés sans son intervention. Cette conception rend très lourde la tâche du Directeur du Laboratoire; mais l'importance des résultats à atteindre justifie cet effort, et le paierait largement.

Quelque activité et quelque dévouement qu'il apporte à sa tâche, il est d'ailleurs évident qu'il ne pourra ainsi guider qu'un nombre peu élevé d'étudiants. Une fois ce nombre atteint, le laboratoire pourra cependant continuer à se développer grâce aux collaborations suivantes :

1° Les professeurs ou chercheurs qui poursuivent, dans les divers autres laboratoires de la Faculté, des travaux susceptibles d'applications industrielles, pourront prendre comme collaborateurs des élèves du laboratoire d'enseignement, à qui ils serviront de guides;

2° Quelques-uns des élèves, surtout ceux qui se destinent plus spécialement aux services d'études et essais des usines, poursuivront au laboratoire des recherches plus étendues en vue de se spécialiser et d'obtenir le diplôme de Docteur; des élèves des promotions suivantes pourront leur être adjoints pour exécuter, sous leur direction et en collaboration avec eux, les diverses recherches qu'ils auront à coordonner;

3° Enfin, à mesure que le laboratoire se développera, il pourra (comme il est indiqué plus loin) obtenir, par son fonctionnement même, des ressources suffisantes pour assurer le traitement d'adjoints permanents chargés de diriger une partie des recherches d'élèves.

Les élèves seraient tenus de suivre en même temps le Cours de Physique industrielle; mais ce ne serait nullement un cours didactique à programme encyclopédique; il serait au contraire conçu avant tout pour développer, lui aussi, l'esprit de méthode. Des questions peu nombreuses y seraient étudiées avec précision, suivant des programmes très variés, en vue de faire comprendre avant tout les procédés d'utilisation industrielle des résultats scientifiques. Les sujets mêmes des recherches expérimentales entreprises au laboratoire feraient le plus souvent l'objet de cet enseignement annexe.

Les élèves seraient même, de temps en temps, invités à exposer leur plan de recherche et la documentation qui leur a servi de point de départ. De tels exercices, convenablement dirigés par le professeur, stimuleraient utilement les élèves, en même temps qu'ils contribueraient à développer chez eux les qualités d'ordre et de précision qui leur seront plus tard indispensables : avant de s'engager dans les recherches expérimentales, il faut savoir réunir toute la documentation utile, sous peine de perdre son temps et ses efforts. Enfin, ils obligeraient les étudiants à s'intéresser mutuellement à leurs diverses recherches et à retirer par conséquent le profit maximum de leur séjour au laboratoire.

III. — Nature des recherches
Choix des sujets d'étude

Ainsi guidés d'une façon précise et continue, les élèves pourront, malgré la faible durée de leur séjour au laboratoire, y mener à bien des recherches utiles, non seulement pour leur formation intellectuelle, mais aussi par les résultats qu'elles apporteront.

Il est en effet facile de choisir les sujets de recherches tels que leurs résultats soient susceptibles d'utilisations industrielles immédiates : en particulier, ils pourraient être pris, le plus possible, dans des problèmes posés par des industriels pour perfectionner leurs fabrications ou résoudre les difficultés pratiques qu'elles soulèvent.

Une telle manière de faire présente trois avantages importants. D'une part, elle est susceptible de stimuler beaucoup l'intérêt des élèves en leur faisant sentir plus immédiatement l'utilité des recherches méthodiques. D'autre part, elle permet d'intéresser plus directement les industriels au fonctionnement et au développement du laboratoire en leur manifestant que la formation donnée aux élèves est productive et non purement spéculative. Enfin, la réalisation de recherches utiles peut assurer au laboratoire une partie des ressources nécessaires à son développement,

les industriels étant amenés à contribuer, sous forme d'achat d'instruments, subventions d'entretien accordées à des élèves, règlement de frais de recherches, aux études dont ils demanderont l'exécution.

Le champ ouvert pour le choix des sujets est extrêmement vaste, et chaque élève pourra suivre ses préférences. Il doit être bien entendu, d'ailleurs, que le choix d'un sujet ne constitue pas une spécialisation du futur ingénieur, le but de la scolarité proposée étant essentiellement de cultiver la tournure d'esprit scientifique sur un cas concret. Les élèves qui seraient fixés, dès leur entrée au laboratoire, sur le genre d'industrie où ils s'engageront, choisiraient naturellement des sujets en rapport avec cette industrie; mais il serait contraire à l'esprit même du projet de considérer l'élève comme destiné à tel ou tel genre d'industrie par le choix de son sujet d'études, comme il l'aurait été par une année d'un enseignement technique complémentaire spécialisé.

La spécialisation véritable interviendra seulement pour ceux des élèves qui poursuivront pendant deux ou trois ans des recherches sur un sujet plus étendu, en vue d'obtenir le diplôme de Docteur : ceux-là pourront guider et coordonner (toujours sous le contrôle du directeur du laboratoire) les recherches de détail confiées à deux, trois, quatre élèves ordinaires et relatives à divers aspects ou diverses parties de leur sujet de Doctorat.

Ces collaborations sont susceptibles de porter les meilleurs fruits, non seulement au point de vue des résultats immédiats dont elles permettront l'acquisition, mais plus encore en raison de leur valeur coéducative. Suivant les cas, elles pourront comporter des recherches analogues poursuivies parallèlement (par exemple, pour étudier une même propriété sur divers alliages à comparer), ou bien des recherches relevant des diverses branches de la Physique, appliquées à un même objet (comme on en pourrait instituer pour déterminer toutes les qualités mécaniques et physiques d'un alliage nouveau).

Il ne saurait être question de cataloguer ni même de classer ici tous les sujets possibles, et leur variété même serait un des attraits du laboratoire pour tous les élèves doués de la curiosité scientifique indispensable à un bon ingénieur. Il nous suffira d'en indiquer succinctement quelques catégories :

Un des champs les plus vastes offert aux recherches est l'étude des matériaux de toute espèce, naturels et artificiels, et de leurs propriétés diverses (mécaniques, thermiques, électriques, optiques) : la connaissance des matières premières est en effet la base de toutes les industries.

L'étude des déformations élastiques et permanentes, et des modifications que ces dernières apportent dans les diverses propriétés des métaux (écrouissage, laminage, tréfilerie...), l'étude des frottements, l'étude du travail et du rendement des machines-outils, ont également une grosse importance industrielle.

L'emploi combiné de matériaux divers pose aussi des problèmes nombreux et très intéressants : pour ne citer qu'un exemple simple entre mille, à titre d'indication, la construction rationnelle des bougies d'allumage pour moteurs à explosion suppose des études méthodiques relatives à : l'influence de la composition et de la cuisson des isolants céramiques sur leurs propriétés mécaniques (solidité), thermiques (résistance à la chaleur, dilatabilité) et électriques (isolement); la distribution et l'évacuation de la chaleur dans la bougie; les valeurs respectives à donner aux coefficients de dilatation des diverses parties (électrode, isolant, culot) et l'emploi de dispositifs compensateurs.

Les problèmes relatifs aux conductibilités calorifiques et aux échanges de chaleur sont encore de ceux où l'industrie a le plus grand besoin d'introduire des habitudes rationnelles et méthodiques.

En ce qui concerne les machines thermiques et électriques, les études des rendements et l'étude méthodique de l'influence de chaque facteur sur le fonctionnement de la machine, sont les plus simples et les plus instructives. Au point de vue mécanique proprement dit, l'étude expérimentale des transmissions et mécanismes, de leurs rendements, de la distribution des efforts et déformations, est également pleine d'enseignements. Ces diverses études seraient souvent à faire sur des machines industrielles trop importantes et trop coûteuses pour être installées au laboratoire : des étudiants pourraient être éventuellement détachés dans des usines pour y poursuivre, en liaison intime avec le Directeur du Laboratoire, les études dont il vient d'être question.

Des études comparatives expérimentales d'instruments ou accessoires destinés à un même but pourraient encore constituer des sujets très intéressants de Diplômes d'Etudes.

Enfin tous les procédés de fabrication employés par les diverses industries peuvent faire l'objet d'études innombrables.

IV. — Recrutement des étudiants

Comme il a été déjà indiqué plus haut, le séjour au Laboratoire se placerait, pour les jeunes

ingénieurs, au moment où ils vont s'engager dans les réalisations industrielles, c'est-à-dire lorsqu'ils viennent de terminer leur instruction et d'acquérir leur diplôme d'Ingénieur.

Il ne serait exigé aucun grade *universitaire* antérieur ; les examens et concours qui déterminent l'obtention de ces diplômes d'ingénieur constitueraient le procédé de sélection des candidats.

Au moins au début de l'organisation de ces laboratoires, il serait indispensable de n'y admettre que les candidats pris parmi l'élite des sélections réalisées dans les diverses Ecoles techniques. Si l'on veut arriver à faire connaître et apprécier l'utilité de ces laboratoires, il faudra savoir, dans les premières années, sacrifier complètement, dans le recrutement des élèves, le nombre au profit de la qualité.

Les raisons mêmes invoquées dans cette étude pour la création des laboratoires sont évidemment applicables à tous les ingénieurs, qui devraient uniformément recevoir ce complément de formation intellectuelle; mais cette généralisation devra être poursuivie seulement lorsque l'utilité de ces laboratoires se sera suffisamment affirmée pour être reconnue et exactement appréciée par tous les intéressés. Pour cela, il n'y faut d'abord admettre que les candidats suffisamment doués pour en tirer le maximum de profit et s'imposer ensuite dans l'industrie.

Il y aurait lieu en conséquence d'exiger des candidats :

1° Un diplôme d'ingénieur délivré par une des Ecoles techniques figurant sur une liste officiellement arrêtée (et d'ailleurs revisable);

2° L'agrément d'un conseil de direction qui examinerait les références du candidat, et s'imposerait comme règle, au moins provisoirement, de n'accepter que les élèves classés dans les têtes de promotions ou présentant des références exceptionnelles.

La question des frais d'entretien et frais de scolarité des étudiants mérite une attention spéciale : les frais de recherches au laboratoire alourdiront forcément ceux-ci; or si, outre une année de retard avant de gagner leur vie, on impose encore aux candidats possibles un gros sacrifice pécuniaire, on risquera de décourager nombre de bonnes volontés.

C'est aux Municipalités, aux Associations syndicales, aux Associations d'anciens élèves des Ecoles techniques, enfin aux Industriels eux-mêmes, qu'il appartiendra de résoudre cette difficulté, en créant des bourses pour les candidats les plus aptes à profiter de l'enseignement du laboratoire.

La solution la plus rationnelle, et qu'on verra sans doute se généraliser lorsque ces laboratoires auront su s'imposer, est d'ailleurs la suivante : l'industriel engage le jeune ingénieur à son service au moment où il quitte l'Ecole technique, conformément aux habitudes actuelles, mais, pour ses débuts, il le détache au Laboratoire d'Enseignement et de Recherches, où il subvient à son entretien et aux frais de ses recherches; en revanche, le sujet traité par cet élève est choisi parmi ceux dont la solution a été demandée par ce même industriel. Cette combinaison permettra à l'industriel d'obtenir, au moyen d'une dépense assez réduite :

a) une grosse amélioration de rendement de son nouvel ingénieur, laquelle compensera bien vite les dix mois de retard imposés à sa production effective;

b) la solution méthodique et rapide de problèmes expérimentaux qui l'intéressent.

V. — Diplômes et enseignements accessoires.

Pour les enseignements nouveaux ci-dessus envisagés, on pourrait songer à créer des diplômes nouveaux ; mais cela même n'est pas nécessaire. Il existe déjà deux diplômes qui répondent exactement aux besoins : 1° le Diplôme d'études supérieures de sciences physiques; 2° le Doctorat ès sciences physiques d'Université.

Ils peuvent, l'un et l'autre, être délivrés à des candidats dénués de tous grades universitaires antérieurs ; et c'est là une condition indispensable pour atteindre le but que nous poursuivons.

Une question de forme peut être envisagée : on pourrait constituer une classe nouvelle de diplômes en modifiant légèrement leur désignation, et créer, exactement sur les modèles existants : 1° un Diplôme d'Etudes supérieures de physique industrielle ; 2° un Doctorat (d'Université) de physique industrielle, dont les titres plairaient peut-être plus aux jeunes ingénieurs.

Ce n'est là qu'une question de mots. Inversement, d'ailleurs, on peut voir un certain avantage à conserver non seulement dans leur esprit, mais même dans leur énoncé, les diplômes d'ordre scientifique actuellement existants, pour manifester nettement qu'il s'agit d'un complément de culture scientifique *ajouté* aux enseignements techniques divers, et nullement en rivalité avec eux.

Le maintien pur et simple des titres actuels a d'autre part cet avantage qu'aucune organisation administrative nouvelle n'est alors nécessaire pour la création et le fonctionnement des laboratoires réclamés dans la présente étude.

Le diplôme d'Etudes supérieures convient très

bien comme sanction de la scolarité normale d'une année. Son attribution serait basée avant tout sur l'appréciation du travail de recherche expérimentale réalisé par le candidat. Toutefois, il y aurait lieu de donner un caractère nettement éliminatoire à la « seconde question » prévue dans le règlement du diplôme d'études supérieures et qui serait constituée par un véritable examen en deux parties. Cet examen porterait d'une part sur les questions traitées pendant l'année dans le cours de Physique industrielle, d'autre part sur les matières du certificat de Mathématiques générales, lesquelles représentent le minimum de connaissances mathématiques indispensable à un ingénieur. Les élèves du Laboratoire suivraient obligatoirement le premier de ces deux cours et facultativement le second.

On pourrait d'autre part profiter de cette scolarité supplémentaire d'une année imposée aux jeunes ingénieurs pour organiser à leur intention des conférences accessoires sur diverses questions importantes qui ne font pas l'objet d'enseignements méthodiques, en particulier les questions relatives aux lois sociales, à la législation du travail, aux douanes, à l'inspection du travail, aux finances, à l'organisation méthodique du travail et de la production, etc.

Pour obtenir le diplôme de Docteur, quelques-uns des élèves poursuivraient des études plus étendues pendant au minimum deux ans, et normalement trois ans, de séjour au laboratoire. Nous avons déjà indiqué que, pour certaines parties de leur recherche expérimentale, ils pourraient être autorisés à utiliser la collaboration de candidats au Diplôme, travaillant sous leur direction et vis-à-vis de qui ils joueraient le rôle de directeurs d'études. Cette spécialisation serait recherchée surtout par les jeunes ingénieurs qui se destinent aux services d'Etudes et d'Essais des grands établissements industriels. La « seconde question » serait constituée par une interrogation sur l'ensemble des questions étudiées dans le cours de Physique industrielle pendant le séjour du candidat au Laboratoire.

Les jeunes ingénieurs qui se spécialiseraient en préparant le Doctorat seraient d'autre part autorisés à suivre ceux des cours de licence de la Faculté des Sciences qui seraient intéressants pour leur spécialité (Physique générale, Chimie générale, Géologie, etc.). Leur séjour au Laboratoire leur donnerait ainsi toutes facilités pour acquérir des compléments de connaissances scientifiques beaucoup plus immédiatement utilisables dans la technique pratique qu'on ne se l'imagine en général.

VI. — Conclusions

Les Laboratoires d'Enseignement et de Recherches de Physique et de Mécanique industrielles, tels que nous les avons décrits ci-dessus, peuvent être créés par les Universités si elles trouvent, dans le milieu industriel, l'appui nécessaire. Il semble certain qu'ils pourraient rendre à l'Industrie française des services inappréciables; il est donc urgent de faire les efforts nécessaires pour créer au moins un laboratoire de ce genre, à titre de première expérience.

Les objections principales qu'on peut faire à ce projet ont été réfutées au cours de l'exposé; ce sont les suivantes :

1° Les jeunes ingénieurs ne se résoudront pas à consacrer une année à une étude supplémentaire bénévole dont l'utilité ne leur apparaît pas primordiale.

Pour éviter cet écueil, il suffit d'obtenir des groupements industriels des encouragements actifs pendant les 3 ou 4 premières années, et de maintenir une sélection sévère dans le recrutement; le Laboratoire possédera alors les éléments voulus pour s'imposer par lui-même.

2° Les élèves ne pourront faire une recherche expérimentale utile en dix mois de laboratoire.

Cette objection tombe devant la conception du travail effectué en *collaboration* avec le Directeur d'Etudes, conception absolument primordiale dans notre projet. Il y a lieu de remarquer d'ailleurs que certains candidats, comme les élèves sortant des Ecoles d'Arts et Métiers, s'ils possèdent une instruction scientifique un peu moins complète, ont acquis par contre, dans leurs travaux d'atelier, une expérience et une habileté manuelles qui sont d'un très grand secours pour s'engager dans la recherche expérimentale.

3° La Direction du Laboratoire, conçue comme il vient d'être dit, exigera d'y consacrer entièrement une très grande activité.

Cette observation est exacte, mais l'importance des résultats à obtenir est telle qu'elle justifie entièrement cet effort.

Le succès d'un tel Laboratoire serait essentiellement fonction de l'activité et de la valeur professionnelle de son Directeur, et de la valeur du recrutement qu'il saura y maintenir. Fondé par une Université, en collaboration avec des groupements industriels intéressés, cet établissement aura, pour se développer, la même liberté qu'une fondation libre, tout en profitant de subventions officielles et des garanties qu'assure le recrutement du personnel scientifique

des Facultés des Sciences. Réalisant, pour l'Industrie, des recherches utiles, il pourra obtenir d'elle les subventions nécessaires pour remplir l'essentiel de sa tâche, c'est-à-dire développer chez les jeunes ingénieurs l'esprit scientifique et les habitudes d'observation méthodique qui augmenteront leur rendement dans des proportions inappréciables.

Par là, cette création peut apporter un secours puissant au développement de l'Industrie française, c'est-à-dire au relèvement de la France.

Jean Villey,

Maître de Conférences de Physique
et Physique appliquée à la Faculté des Sciences de Rennes,
Sous-Lieutenant à la Section technique
de l'Aéronautique militaire.

LA LOI DE L'ÉVOLUTION NON CORRÉLATIVE

La loi de corrélation, formulée par Cuvier, est bien connue[1]. Je ne veux pas discuter ici sa valeur statique, c'est-à-dire en tant qu'elle exprime le lien nécessaire entre les parties et les organes d'un être vivant. On sait que, même à cet égard, la loi est soumise à des exceptions nombreuses[2]. Ce que je me propose dans ce bref article, c'est de montrer, en m'appuyant sur des faits paléontologiques bien établis, que l'évolution réelle des êtres organiques se fait presque toujours en opposition directe avec cette loi.

Par rapport à cette évolution, nous croyons pouvoir formuler la loi suivante :

« Les parties des organes d'un organisme et ceux-ci mêmes ne suivent pas dans leur évolution phylogénique la loi de corrélation; mais, tandis que certaines parties évoluent rapidement et deviennent très avancées, d'autres parties n'évoluent que lentement et restent peu avancées, et il peut y avoir même des parties qui n'évoluent presque pas, qui restent primitives. »

Les faits paléontologiques, que nous pouvons avancer comme la preuve de cette loi, sont de deux genres : 1° les séries évolutives (phylogéniques et morphologiques); 2° les types intermédiaires.

*
* *

Parmi les séries évolutives, je ne veux citer que les trois séries les plus notoires et les plus solidement établies : celle des Dipneustes (série plutôt morphologique que phylogénique), celle des Equidés et celle des Proboscidiens.

La série des Dipneustes, établie pour la première fois par L. Dollo dans un mémoire extrêmement ingénieux[1], commence par le *Dipterus Valeciennesi* du Dévonien inférieur et, en passant par les *Dipterus macropterus*, *Scaumenacia*, *Phaneropleuron*, *Uronemus*, *Ctenodus*, *Ceratodus* et *Protopterus*, finit par le *Lepidosiren*[2]. Si nous suivons l'évolution de cette série du *Dipterus* jusqu'au *Ceratodus*, nous constatons que, tandis que le crâne subit une régression continuelle quant au nombre de ses éléments, et tandis que les nageoires impaires, complètement séparées chez le *Dipterus*, perdent de plus en plus leur indépendance pour se fusionner chez l'*Uronemus*, les nageoires paires ne subissent au contraire aucun changement constatable et conservent partout le même type d'un archiptérygium bilobé. Du *Ceratodus* au *Lepidosiren*, au contraire, ce sont les nageoires paires qui subissent une évolution régressive; la régression du crâne continue, tandis que l'évolution des nageoires impaires, en tant qu'il s'agit de la formation d'une seule nageoire impaire continue, est terminée. La série évolutive des Dipneustes est donc composée de deux séries différentes, au point de vue des changements non corrélatifs.

La série phylogénique des Equidés commence par l'*Hyracotherium* du London Clay et, en passant par des formes américaines *Eohippus*, *Orohippus*, *Mesohippus*, *Parahippus* et *Meryhippus*, finit par l'*Equus*. Dans cette série, tandis que la dentition subit des modifications importantes, et les membres antérieurs et postérieurs subissent des modifications profondes, il est

1. G. Cuvier : Recherches sur les ossements fossiles, t. I, p. 178; 1834 : « Tout être organisé forme un ensemble, un système unique et clos, dont les parties se correspondent mutuellement et concourent à la même action définitive par une réaction réciproque. Aucune de ces parties ne peut changer sans que les autres changent aussi; et par conséquent chacune d'elles, prise séparément, indique et donne toutes les autres. »

2. Pour ces exceptions, comp. surtout H. M. D. de Blainville : Ostéographie des Mammifères, t. I, p. 33-36; 1839. Parmi les auteurs récents, comp. H. F. Osborn : The Age of Mammals, 1910, p. 2-3, p. 18 et 25.

1. L. Dollo : Sur la phylogénie des Dipneustes, dans *Bulletin Soc. belge de Géol.*, t. IX, p. 79-128; 1895.

2. L. Dollo, *op. c.*, p. 88. Qu'il s'agit ici d'une série de stades morphologiques plutôt que d'une série strictement phylogénique, Dollo le dit expressément (*op. c.*, p. 88). Il n'est pas possible, par exemple, que l'*Uronemus* se trouve dans la ligne ancestrale du *Ceratodus*, sa dentition étant plus avancée que celle de celui-ci (*op. c.*, p. 88 et p. 116). Aussi, le *Protopterus* ne peut pas être l'ancêtre du *Lepidosiren* (*op. c.*, p. 88 et p. 121 seq.).

étonnant de constater combien peu le crâne de l'*Hyracotherium* a changé en se transformant en celui du cheval. Sa partie antérieure s'est allongée en corrélation avec la mâchoire inférieure, l'arcade zygomatique s'est un peu fortifiée, la crête pariétale a diminué, et c'est presque tout[1]. Remarquons encore que cette modification du crâne de l'*Hyracotherium* se trouve réalisée déjà chez le *Parahippus*, et nous aurons dans la série des Equidés un des exemples les plus convaincants en faveur de la loi de l'évolution non corrélative.

Dans la série des Proboscidiens, qui commence par le *Moeritherium* et, en passant par les *Palæomastodon*, *Tetrabelodon*, *Mastodon* et *Stegodon*, finit par l'*Elephas*, c'est au contraire le crâne qui subit les modifications les plus profondes[2]. Encore long, bas et plat chez le *Moeritherium*, sa partie antérieure se raccourcit de plus en plus, sa partie postérieure se prolonge d'abord un peu (chez le *Palæomastodon*) et s'élève ensuite de plus en plus, pour devenir enfin chez l'éléphant le crâne le plus court et le plus élevé parmi les Mammifères (excepté l'homme). La modification de la dentition n'est pas moins importante. La modification des membres antérieurs et postérieurs est, au contraire, peu importante en comparaison des modifications précédentes : le nombre des doigts reste le même, tandis qu'une certaine modification dans le tarse et le carpe est incontestable, et la proportion mutuelle de certains autres os a aussi changé[3]. Un changement corrélatif des parties existe donc aussi peu dans l'évolution des Proboscidiens que dans les deux cas précédents.

***

Malheureusement, les séries évolutives sont rares, et nous ne pouvons pas baser notre loi sur elles seules. Le nombre des formes intermédiaires, fragments isolés de séries évolutives que nous n'avons pu compléter, et dont elles nous indiquent l'existence, est relativement plus grand. Or, nous pouvons affirmer que toutes ces formes représentent des types mixtes, possédant, à côté de caractères très avancés, d'autres caractères nettement primitifs. Ce fait n'est point explicable dans l'hypothèse d'une évolution suivie en conformité avec la loi de corrélation ; seule la loi de l'évolution non corrélative les explique.

L'exemple le plus frappant d'une forme intermédiaire représentant un type mixte, c'est l'*Archæopteryx*. D'après les caractères communs à ses deux espèces connues, l'*Archæopteryx* combine la tête d'un oiseau avec la queue d'un lézard, les membres postérieurs d'un oiseau avec les côtes abdominales des reptiles, etc. Dans son membre antérieur il combine l'aile d'un oiseau (humerus, radius et ulna sont ceux d'un oiseau) avec la main d'un reptile (en tant que celle-ci possède des doigts libres et le nombre de phalanges comme chez un lézard). Mais ce n'est pas tout. Ma découverte récente des pubis et du coracoïde chez le fossile de Londres a augmenté encore le nombre des caractères reptiliens de l'*Archæopteryx*[1].

En effet, les pubis d'*Archæopteryx* sont sans analogues parmi les Oiseaux. Par leur forme générale aussi bien que par leur symphyse, ils sont analogues aux ischiums de quelques Dinosaures, tandis que leurs foramens obturateurs sont un caractère nettement reptilien. Le coracoïde est encore plus important à cet égard. A part quelques caractères déjà ornithiques, ce coracoïde est, par sa forme générale aussi bien que par sa courbure en arrière et par l'existence d'une échancrure à son bord médian, le coracoïde d'un lézard. Et avec ce coracoïde presque lacertilien se trouve réunie l'omoplate d'un oiseau ! Un pareil type mixte tel que l'*Archæopteryx* suffit à lui seul pour nous convaincre que l'évolution ne se fait point d'après la loi de corrélation[2].

A côté de l'*Archæopteryx* nous trouvons une foule d'autres exemples de types mixtes parmi les formes fossiles et vivantes. Mentionnons seulement : parmi les oiseaux l'*Ichthyornis*, un oiseau

1. Sur les points principaux de l'évolution des Equidés, comp. W. B. Scott : A History of Land Mammals, 1913, p. 304 seq. Le crâne de l'*Hyracotherium*, qui se trouve depuis 1914 au British Museum (Natural History) à Londres, où nous avons eu l'occasion de l'examiner, a été décrit par Owen, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, v. XIV, p. 56-58; 1858.

2. Sur ces modifications du crâne, comp. le mémoire fondamental de C. W. Andrews : On the evolution of the Proboscidea, dans *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1903.

3. Sur ces changements des membres, comp. M. Schlosser : Beitrage zur Kenntniss der oligocænen Landsæugtiere aus dem Fayum, Aegypten, dans *Beitræge zur Paleontologie Oesterr. Ung. und des Orients*, 1911, p. 129-139 et p. 153-155. Pourtant, les modifications du carpe et du tarse ont été exagérées par Schlosser.

1. Comp. sur cette trouvaille la notice préliminaire de B. Petronievics et A. S. Woodward : « On the pectoral and pelvic arches of the London specimen of Archæopteryx », dans *Proc. Zool. Soc.*, April 1917, p. 1-6. Mon propre mémoire, qui contient tous les détails nécessaires, sera publié prochainement. Les pubis et les coracoïdes de l'échantillon de Berlin semblent être totalement différents et je pense qu'il représente un genre à part (*Archæornis*).

2. Combien le préjugé de l'évolution corrélative est répandu, surtout parmi les zoologistes, ressort d'un exemple que je dois citer. M. Menzbier, dans son étude « Vergleichende Osteologie der Pinguine » (*Bulletin de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou*, 1887), dit expressément que l'*Archæopteryx* ne peut pas être l'ancêtre des Carinates justement parce qu'il est un type mixte, et l'organisation des Carinates n'a pu évoluer qu'en harmonie avec la loi de corrélation (*op. cit.*, p. 560 et p. 571 seq.).

déjà parfaitement carinate, mais muni encore de dents et possédant des vertèbres amphicœles; parmi les poissons crossoptérygiens l'*Osteolepis* d'une part, avec l'archiptérygium réduit, mais avec écailles romboïdes, et l'*Holoptychius* d'autre part, avec l'archiptérygium non réduit et avec écailles cycloïdes ; le *Chalicotherium* parmi les Mammifères, etc.

Mais à côté des types mixtes (types spécialisés à parties non corrélatives), il y a aussi des types généralisés à caractères primitifs d'une part et des types spécialisés à parties corrélatives, d'autre part. Le condylarthre le plus primitif, l'*Euprotogonia*, est l'exemple d'un type généralisé, tandis qu'un oiseau carinate moderne est l'exemple d'un type spécialisé à parties corrélatives, presque toutes ses parties étant dominées par une seule fonction : celle du vol. Les types généralisés sont ordinairement les points de départ de séries évolutives, tandis que les types spécialisés à parties corrélatives en sont quelquefois la fin. Mais, même quand ils en sont la fin, l'évolution n'est pas capable de les réaliser autrement que par des stades intermédiaires, qui représentent des types mixtes. Et il est évident qu'une série évolutive, dont le résultat est la réalisation d'un type spécialisé à parties corrélatives, doit être composée de deux ou plusieurs séries évolutives élémentaires, qui obéissent à la loi de l'évolution non corrélative.

B. Petronievics,
Docteur en Philosophie.

REVUE DE BOTANIQUE

I. — La cellule

Mitochondries et corpuscules métachromatiques. — L'origine et la nature des mitochondries et la formation des chloroplastes chez les Végétaux continuent à préoccuper les histologistes. Tandis que Nemec et d'autres botanistes admettent que les chloroplastes peuvent se former de novo aux dépens du protoplasma, la plupart, avec Pensa, Guilliermond, etc., prétendent qu'ils se développent aux dépens de mitochondries. C'est aussi l'opinion de Meves[1], qui fait dériver les chloroplastes de corpuscules identiques aux granules d'Altmann et qu'il nomme plastosomes. Von Derschau[2] explique par l'excrétion de la chromatine dans le protoplasma l'origine des chondriosomes et la néoformation des chloroplastes; il nie, d'ailleurs, pour expliquer cette sortie de la chromatine, la présence d'une membrane nucléaire.

L'origine des corpuscules métachromatiques est aussi discutée. Les recherches de Guilliermond sur les corpuscules métachromatiques des Ascomycètes, qu'ont confirmées celles de Beauverie chez les Urédinées et celles de Moreau chez les Mucorinées, ont conduit ces auteurs à accorder à la métachromatine une origine mitochondriale.

Dangeard[3] s'élève contre cette conclusion et fait naître les corpuscules métachromatiques dans les vacuoles par précipitation d'une solution colloïdale. Cette précipitation prend l'aspect de corpuscules, quand les vacuoles perdent de l'eau. Dans un travail plus récent, Guilliermond[1] maintient que les corpuscules métachromatiques sont bien des formations permanentes, indépendantes et autonomes, car on peut les observer sur le vivant. Ils tirent leur origine non des vacuoles, mais des mitochondries. Henneberg[2] pense que, dans les cellules de levures, ces corpuscules représentent la zymase.

Mottier[3], de son côté, a publié une contribution à l'étude des mitochondries importante non seulement par les faits nouveaux qu'il a apportés, mais encore par les méthodes qu'il a employées. Il a découvert, lui aussi, des structures semblables aux mitochondries, très nombreuses, de forme et de taille variables. Les leucites ne se développent, d'après lui, qu'aux dépens des plus grandes structures; les plus petites ne sont pas génératrices de plastides. L'auteur réserve le nom de chondriosomes ou mitochondries aux structures qui ne donnent pas de plastides, tandis qu'il appelle les autres plastides primordiaux. C'est là la seule différence entre les vues de Guilliermond et celles de Mottier. Le premier appelle mitochondries toutes les structures qui

1. Fr. Meves : Historisch-kritische Untersuchungen über die Plastosomen der Pflanzenzellen. *Arch. Mikr. Anat.*, t. XXXIX, 72 p., 4 pl.; 1916.

2. M. von Derschau : Der Austritt ungelöster Substanz aus dem Zellkerne. *Arch. f. Zellforsch.*, t. XIV, 22 p., 5 pl.; 1916.

3. P. A. Dangeard : La métachromatine chez les Mucorinées. *Bull. Soc. Myc. de France*, t. XXXII, p. 87-96; 1916.

1. A. Guilliermond : Nouvelles recherches sur les corpuscules métachromatiques. *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXIX, pp. 1090-1093; 1916.

2. J. Henneberg : Ueber das Volutin (metachromatische Körperchen) der Hefezelle. *Centralb. f. Bakt.*, 1916.

3. D. A. Mottier : Chondriosomes and the primordia of chloroplasts and leucoplasts. *Ann. Bot.*, t. XXXII, 1 pl. ; 1918.

donnent les mêmes réactions chimiques, sans souci de leurs fonctions; Mottier réserve ce nom à celles qui ne se transforment pas en plastides. Mais l'un et l'autre admettent que ces structures sont des unités morphologiques de la cellule au même titre que le noyau.

Mouvements des chromatophores. On sait que les chloroleucites se déplacent sous l'influence de la lumière. Dans la lumière diffuse, peu intense, ils s'assemblent sur les parois de la cellule perpendiculaires à la direction de la lumière incidente; si la plante est éclairée directement par le soleil, ils se placent sur les parois parallèles aux rayons lumineux. Mais on ignore si les chromatophores qui se déplacent ainsi sous l'action de la lumière ont un mouvement propre ou s'ils sont entraînés par le cytoplasma. Or, des observations faites par C. Sauvageau[1] sur les chromatophores des plantules de Laminaires, en particulier du *Saccorhiza bulbosa*, doués d'une plus grande sensibilité phototactique que les exemples classiques, il résulte qu'il s'agit bien d'un déplacement actif et d'une déformation par contractilité propre.

Des plantules de Laminaires fraîchement cueillies et placées à l'ombre dans un verre de montre ont une teinte foncée; chaque cellule renferme sur chaque face péricline quatre à huit chromatophores étalés, tandis que les faces anticlines n'en abritent aucun. Si l'on place le verre de montre dans un endroit bien éclairé par la lumière diffuse, les chromatophores se déforment, diminuent de surface, se présentent en disques ou en courts rubans parfois rétrécis en leur milieu, puis ils rampent contre la paroi, se dirigent vers les faces anticlines, se courbent le long de celles-ci et bientôt ne présentent plus que leur tranche à l'observateur, tandis que les faces péricline devenues incolores laissent voir le noyau; chaque chromatophore paraît plus foncé, mais l'ensemble est plus clair. Vingt minutes ont suffi pour obtenir ce résultat et l'intensité lumineuse semble seule agissante, non la direction de la lumière. L'expérience inverse réussit aussi facilement sur les mêmes plantules; si l'on couvre le verre de montre avec une feuille de papier gris, les chromatophores rampent de nouveau vers chaque face péricline, s'y étalent et se rejoignent.

Nombre des chromosomes. — Les investigations des cytologistes dans les divers groupes végétaux sont aujourd'hui assez avancées pour que l'on se préoccupe de dresser la statistique des nombres de chromosomes propres aux différentes espèces pour confirmer leur interprétation biologique et leur signification phylogénétique. La première liste des nombres de chromosomes a été publiée en 1915 par Tischler (*Progressus rei botanicæ*, 5). En 1916 et 1917, Ishikawa[1] et Winge[2] donnaient les listes les plus complètes que nous possédions aujourd'hui, en distinguant le nombre x et le nombre $2x$ de chromosomes, quand ce dernier est connu. Chez les Thallophytes, les nombres sont variables. Tous les Myxomycètes étudiés ont 8 chromosomes. Chez les Conjuguées, le nombre x dominant est 12, tandis que chez les Chlorophycées, il varie de 6 à 32 et que, chez les Phæophycées, il peut être représenté par 16, 18, 22, 24 et 32. Chez les Floridées, le nombre x oscille entre 7 et 24. Chez les Champignons, les nombres sont faibles. Chez les Bryophytes, on rencontre souvent 8 chromosomes, mais chez les Ptéridophytes les nombres sont plus élevés et varient de 4 à 120. Chez les Gymnospermes, 12 et 24 apparaissent très fréquemment comme nombres x et $2x$, et chez les Angiospermes les nombres x vont de 3 dans le *Crepis virens* à 45 dans le *Chrysanthemum arcticum*.

D'après Winge, dans des groupes systématiques déterminés, les nombres x de chromosomes sont de simples produits d'un même nombre cardinal multiplié par les facteurs primaires 2 et 3, plus rarement 5 et 7. Ce résultat peut éclairer les relations de petites unités systématiques. L'apogamie et l'existence de nombres doubles ou multiples de chromosomes seraient dues à l'hybridation. Dans ce cas, les chromosomes des parents sont ajoutés les uns aux autres, mais incomplètement accouplés dans l'œuf.

Winkler[3] pense qu'on peut obtenir expérimentalement des plantes avec des nombres aberrants de chromosomes. C'est ainsi qu'il explique quelques formes géantes qu'il a obtenues dans ses recherches sur les chimères. L'étude cytologique a montré que le *Solanum lycopersicum gigas* a 24 et 48 chromosomes, au lieu de 12 et 24 que possède la forme normale. Il n'est pas possible de préciser la naissance de ces formes tétraploïdes, dues peut-être à la fusion dans le cal de deux cellules normales. Cette augmentation du nombre des chromosomes ne provoque pas l'apparition de propriétés nouvelles et il ne saurait être

1. C. Sauvageau : Sur le mouvement propre des chromatophores. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXV, pp. 158-159; 1817.

1. M. Ishikawa : A list of the number of chromosomes. *Bot. Mag. Tokyo*, t. XXX, pp. 404-448, 32 fig.; 1916.

2. O. Winge : The chromosomes. Their number and general importance. *C. R. Trav. Lab. Carlsberg*, t. XIII, pp. 131-275, 46 fig.; 1917.

3. H. Winkler : Ueber die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. *Zschr. Bot.*, t. VIII, pp. 417-531, 3 pl., 17 fig.; 1916.

question, pour ces *Solanum*, de mutation au sens de de Vries.

II. — Morphologie et Anatomie

Hormones végétales.— Jacques Loeb[1], en expérimentant sur le *Bryophyllum calycinum*, a démontré l'influence de la feuille sur la formation des racines et la courbure géotropique de la tige. Des tiges de *Bryophyllum* décapitées étaient suspendues horizontalement au moyen de fils attachés aux extrémités dans un vase saturé de vapeur d'eau ; on les voyait bientôt se courber en devenant convexes vers le bas et prendre finalement la forme d'un U. La courbure, lente à se produire si la tige ne porte pas de feuille, est considérablement accélérée si l'on a laissé une feuille adhérente à la tige. La position de cette feuille a une grande influence non seulement sur la rapidité de la courbure et sur la région où elle se produit, mais encore sur la formation de nouveaux organes. Si l'on a conservé une feuille du côté du sommet et sur la face inférieure, il se produit une courbure rapide vers le second nœud qui suit la feuille ; en même temps de nombreuses racines poussent au-dessous de la feuille. Si, au contraire, la feuille conservée occupe la base de la tige, la courbure est moins prononcée et localisée en avant de la feuille et il se forme peu ou pas de racines. L'intensité de la courbure et la quantité de racines formées varient dans le même sens.

Ces expériences deviennent intelligibles si l'on suppose que chaque feuille a une tendance à envoyer vers le sommet des substances formatrices de bourgeons et vers la base des substances formatrices de racines. Si l'on pouvait démontrer que, dans le *Bryophyllum*, une substance spécifique, une hormone, provoque la courbure géotropique, on pourrait dire que les deux substances ont une tendance à se rassembler sur la face inférieure d'une tige placée horizontalement et que la marche de ces deux substances est influencée dans le même sens par la feuille. Tandis que, dans le *Bryophyllum*, l'hormone géotropique hypothétique est associée ou identique à l'hormone formatrice de racines, dans d'autres plantes, l'hormone géotropique peut être associée à une hormone formatrice de bourgeons. Ainsi s'explique que, dans certains sapins décapités, une branche horizontale située près du sommet devient négativement géotropique. La substance géotropique, qui auparavant se dirigeait vers le sommet, s'écoule maintenant vers les branches horizontales voisines du sommet, et celle qui, par chance, reçoit un peu plus d'hormone que les autres est la première à devenir verticale ; cette nouvelle position continue à favoriser le flux de substances vers le nouveau sommet.

L'embryon des Monocotylédones. — A propos d'une anomalie d'un embryon de *Zea Mays*, consistant en une coléoptile fourchue, Worsdell[1] aborde la discussion générale de la morphologie de l'embryon des Graminées. Le scutellum représente le limbe du cotylédon et est comparable au limbe de la feuille végétative. La partie correspondant à la gaine de la feuille végétative n'existe qu'au début du développement et s'efface ensuite complètement. La coléoptile est l'équivalent de la ligule de la feuille végétative, ainsi que le prouvent le développement, l'anatomie et la bifurcation anormale. L'épiblaste est cette partie du cotylédon qui correspond aux auricules de la base du limbe dans certaines Graminées. Le cotylédon des Graminées ne diffère pas essentiellement de celui des autres Monocotylédones et sa position est toujours terminale.

Cambium intrafasciculaire chez les Monocotylédones. — Arber[2] ajoute aux exemples déjà connus de cambium intrafasciculaire chez les Monocotylédones quelques cas nouveaux. Il a constaté une activité cambiale dans les axes des jeunes inflorescences d'*Eremurus himalaicus* et de *Nothoscordum fragrans* et aussi l'existence d'un cambium éphémère dans les jeunes tiges d'*Asparagus officinalis*. L'auteur voit dans ces faits un argument en faveur de l'hypothèse soutenue par de nombreux auteurs, à savoir que les Monocotylédones dérivent des Dicotylédones.

III. — Assimilation du carbone

L'état actuel de nos connaissances sur l'assimilation du carbone par les plantes vertes vient d'être mis au point par Jörgensen et Stiles[3], qui consacrent les premiers chapitres de leur travail à l'étude des pigments chlorophylliens. La discussion relative à la valeur des échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère ambiante est surtout basée sur les travaux de Blackmann et de Brown et Escombe.

1. J. Loeb : Influence of the leaf upon root formation and geotropic curvature in the stem of *Bryophyllum calycinum* and the possibility of a hormone theory of these processes. *Bot. Gaz.*, t. LXIII, pp. 25-50, 30 fig.; 1917.

1. W. Worsdell : The morphology of the monocotyledonous embryo and of that of the Grass in particular. *Ann. Bot.*, t. XXXI, pp. 509-524, 10 fig.; 1916.

2. A. Arber : On the occurrence of intrafascicular cambium in Monocotyledons. *Ann. Bot.*, t. XXXI, pp. 41-45, 3 fig.; 1917.

3. Jörgensen et W. Stiles : Carbon assimilation. A review of recent work on the pigments of the green leaf and the processes connected with them. *New Phytologist*, t. XIV, XV et XVI; 1915, 1916, 1917.

Il est définitivement prouvé que la voie essentielle de pénétration du gaz carbonique dans le tissu chlorophyllien est représentée par les stomates chez les plantes supérieures; l'entrée du gaz par la cuticule est d'importance secondaire. L'intensité de l'assimilation chlorophyllienne dépend de cinq facteurs principaux : la température, l'éclairement, la proportion de gaz carbonique, la quantité de chlorophylle contenue dans la feuille et l'approvisionnement en eau. Au-dessous de 25° C., le taux de l'assimilation augmente d'un peu plus du double pour chaque élévation de température de 10° C., conformément à la loi de van't Hoff qui exprime la relation entre la température et la vitesse des réactions. Au-dessus de 25° C., l'intensité de l'assimilation décroît rapidement et d'autant plus vite que la température est plus élevée. En ce qui concerne le facteur éclairement, on peut admettre avec Blackmann que, si la température et la proportion de gaz carbonique restent constants, le taux de l'assimilation est proportionnel à l'intensité de l'éclairement. Pour chaque température il y a un minimum d'éclairement suffisant pour produire le maximum d'assimilation à cette température, si d'autres facteurs ne viennent pas limiter le phénomène. L'assimilation augmente avec la proportion de gaz carbonique, jusqu'à ce que quelque autre facteur vienne la limiter. A partir de ce moment, l'intensité de l'assimilation reste constante pour des proportions croissantes de CO^2. Au-dessus d'une certaine proportion, l'assimilation décroît rapidement; sans doute, pense Blackmann, à cause de l'action narcotique exercée par le gaz carbonique à haute dose sur le protoplasma.

Les relations entre l'intensité de l'assimilation et le contenu de la feuille en chlorophylle ont été étudiées par Willstätter, qui a émis une hypothèse que l'expérience n'a pas encore confirmée. Willstätter admet que l'assimilation du carbone consiste en deux processus distincts : l'un photochimique, localisé dans le chloroleucite, et l'autre enzymatique, ayant son siège à la limite du chloroleucite et du protoplasma; l'oxygène est éliminé durant le second processus. Cette hypothèse a pour elle la commune action de la température sur l'assimilation du carbone et sur le travail des diastases. Quoi qu'il en soit, si d'autres facteurs n'interviennent pas, la quantité de chlorophylle détermine la quantité de gaz carbonique qui pénètre dans la feuille. La quantité de pigment n'est pas modifiée durant l'assimilation.

Les auteurs abordent ensuite l'étude des produits de l'assimilation, c'est-à-dire de l'oxygène et des hydrates de carbone. En ce qui concerne l'évolution de l'oxygène, les premiers expérimentateurs ne séparaient pas les échanges gazeux dus à l'assimilation de ceux de la respiration. Bonnier et Mangin tentèrent les premiers cette séparation par plusieurs méthodes. Leurs résultats, rapprochés de ceux obtenus plus récemment par Maquenne et Demoussy, permettent de conclure que le coefficient réel de l'assimilation de CO^2 diffère peu de l'unité. Les hydrates de carbone dont la présence a été révélée dans les feuilles sont variés. Ce sont d'abord des polysaccharides, amidon, pentosane et dextrine, puis des disaccharides, saccharose, des hexoses, glucose et fructose, et peut-être des pentoses, *l*-arabinose et *l*-xylose. Il est probable que le premier produit de l'assimilation est un sucre et que l'amidon n'est qu'un produit secondaire ; mais on ne sait point actuellement si le premier sucre formé est le saccharose ou un hexose.

Pour évaluer la quantité d'énergie captée par la feuille, les auteurs passent en revue et discutent les nombreuses expériences faites dans trois directions différentes : détermination des substances produites et de leurs chaleurs de combustion, mesure de l'énergie lumineuse, intensité de l'assimilation dans les radiations de différentes longueurs d'onde.

La fin du travail est consacrée aux diverses théories de l'assimilation, dont aucune ne repose sur des faits bien établis. La théorie de Baeyer, qui admet la production de formaldéhyde comme produit intermédiaire, est bien connue. Aucune des expériences invoquées en sa faveur n'est probante. L'hypothèse de van't Hoff[1] est plus intéressante et plus suggestive ; elle fait appel à l'action réversible des enzymes, qui caractérise de nombreuses réactions produites dans les plantes. Les quelques remarques de van't Hoff n'expliquent pas clairement de quelle manière il conçoit la coopération de la réaction photochimique et de la synthèse diastasique dans la production des hydrates de carbone. Mais elles tirent un nouvel intérêt de la découverte de Willstätter qui a montré que la chlorophylle est un double éther de deux alcools primaires et que les feuilles contiennent une diastase qui peut effectuer l'hydrolyse et la synthèse de la chlorophylle.

La suggestion de Siegfried repose sur l'action du gaz carbonique sur les amino-acides et sur les protéines et sur la production de composés définis, acides carbamiques et carbamates ;

1. J. H. van't Hoff : Ueber synthetische Fermentwirkung. *Sitzungsb. d. K. preuss. Akad. d. Wiss.*, pp. 1065-1076 (1909) et pp. 963-970 (1911).

la réaction photochimique survient ensuite et démolit ces composés. L'hypothèse de Siegfried[1] diffère d'une façon marquée de celle de Baeyer : dans celle-ci, la première étape de l'assimilation est une réaction photochimique ; dans celle-là, elle est purement chimique et l'action photochimique ne survient qu'ensuite. L'hypothèse de Siegfried, aussi négligée par les physiologistes que celle de van't Hoff, offre pourtant la possibilité d'unir l'assimilation du carbone à celle de l'azote.

Enfin Willstätter[2] s'est aventuré lui aussi à donner plusieurs théories successives de l'assimilation du carbone. Dans ses premières tentatives, impressionné sans doute par la proportion relativement considérable de magnésie qu'il avait isolée des chlorophylles les plus diverses, il avait conclu qu'il se forme des combinaisons analogues aux organomagnésiens de Grignard et que l'absorption du gaz carbonique serait tout à fait analogue à une réaction de Grignard. Plus tard, il reconnut lui-même l'inexactitude du parallélisme qu'il avait voulu établir entre la chlorophylle et les composés de Grignard et, après de nouveaux essais, il en arriva à une hypothèse qui ne diffère pas de celle de Siegfried, bien qu'il n'ait pas connu les travaux de ce dernier.

IV. — Parasitisme

Physiologie du parasitisme. — Le *Botrytis cinerea* est capable, dans des circonstances favorables, d'attaquer la plante hospitalière dès qu'il est en contact avec sa surface externe. Quel est son mode de pénétration ? L'opinion dominante jusqu'à présent est celle qu'a développée de Bary à l'occasion du *Sclerotinia Libertiana ;* d'après lui, le champignon possède le pouvoir de tuer les cellules sous-jacentes de l'hôte avant de pénétrer dans ses tissus. Des travaux récents dus à Blackmann et Welsford[3] et à Brown[4] apportent une autre interprétation. Il faut d'abord noter que le parasite ne pénètre d'ordinaire ni par des blessures accidentelles, ni par les stomates, mais qu'il est capable de percer la cuticule des cellules épidermiques. D'après Blackmann et Welsford, la cuticule est rompue par la pression mécanique qu'exerce le tube germinatif et non par l'action dissolvante de quelque substance excrétée par lui. Brown, qui a préparé des extraits de germinations de spores de *Botrytis cinerea*, constate lui aussi qu'il n'y a point dans ces extraits de substance capable de dissoudre la cuticule. Il conçoit de la manière suivante la pénétration du champignon : les spores contenues dans une goutte d'eau à la surface de la plante trouvent d'abord la force de pénétration dans leur pouvoir germinatif; la germination provoque l'exosmose des substances nutritives contenues dans les cellules sous-jacentes, qui restent vivantes tant que le parasite n'a pas pénétré. Cette exosmose accélère beaucoup la germination des spores et leur force de pénétration.

Le cancer des plantes et le cancer des animaux. — En 1912, un botaniste américain, Ervin Smith[1], à la suite d'expériences qui n'avaient pas duré moins de huit années, établit qu'une tumeur particulière de certains végétaux, la *crown-gall* ou galle de couronne, est une véritable maladie cancéreuse des plantes. Matruchot[2] a rendu compte dans *Scientia* des premiers résultats obtenus par Smith. Lorsqu'une crown-gall se développe sur une plante, il se fait d'abord une première excroissance qui affecte les formes les plus irrégulières et peut atteindre la grosseur du poing. De cette tumeur primaire dérivent, par l'intermédiaire de cordons cancéreux progressant longitudinalement, des tumeurs secondaires plus ou moins éloignées. Suivant qu'elles se développent sur une tige ou sur une feuille, ces tumeurs possèdent la structure anatomique d'une tige ou d'une feuille, et toute tumeur secondaire, quel que soit l'organe sur lequel elle se développe ultérieurement, possède la structure de la tumeur primaire dont elle dérive. Ces tumeurs possèdent donc le caractère essentiel des cancers des animaux, c'est-à-dire la prolifération des tissus malades. A la suite de laborieuses recherches, Smith a pu découvrir le microorganisme qui provoque ces tumeurs ; c'est un parasite intracellulaire, une bactérie en forme de bâtonnet muni d'un cil à son extrémité, le *Bacterium tumefaciens*.

Smith[3] a, depuis, poursuivi ses recherches

1. M. Siegfried : Über die Bindung von Kohlensäure durch amphotere Amidokörper. *Hoppe Seyler's Zeitschr.*, t. XLIV, pp. 85-96; 1905.

2. R. Willstätter et A. Stoll : Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin, 1913. — Über die chemische Einrichtungen des Assimilationsapparates. *Sitzungsb. d. K. preuss. Akad. der Wiss.*, pp. 322-346; 1915.

3. V. H. Blackmann et E. J. Welsford : Studies in the physiology of parasitism. II. Infection by *Botrytis cinerea*. *Ann. Bot.*, t. XXX, 6 pl.; 1916.

4. W. Brown : Studies in the physiology of parasitism. III. On the relation between the infection drop and the underlying host tissue. *Ann. Bot.*, t. XXX ; 1916. — On the physiology of parasitism. *New Phytologist*, t. XVI, 1917.

1. E. Smith : Cancer in plants. *Proc. 17 th Intern. Congress*, VIII. London, 1916.

2. L. Matruchot : Le problème du cancer éclairé par la pathologie végétale. *Scientia*, t. XIX, 11 p. ; 1916.

3. E. Smith : Further evidence as to the relation between crown gall and cancer. *Proc. nat. Acad. Sc.*, t. II, 443-448; 1916. — Further evidence that crown gall of plants is cancer. *Science*, t. XLIII, pp. 871-889; 1916.

en inoculant systématiquement le parasite dans les divers tissus spécialisés de la plante et il a démontré que les tumeurs cancéreuses des plantes peuvent être rapportées aux trois types principaux des tumeurs animales : sarcome, épithéliome et tératome embryonnaire. Si l'inoculation est faite profondément dans le cambium internodal, elle arrête l'activité normale de ce tissu; c'est-à-dire son aptitude à former des éléments à orientation déterminée. Les cellules continuent à se diviser rapidement en engendrant une masse de parenchyme embryonnaire où sont dispersés quelques éléments de bois et de liber arrangés sans ordre. C'est l'équivalent des tumeurs parenchymateuses ou sarcomes. Si l'inoculation est faite plus superficiellement, dans l'écorce, les cellules se divisent si rapidement qu'elles restent petites comparées aux cellules du parenchyme normal; elles conservent encore un caractère embryonnaire. Plus tard, l'on voit se développer des éléments vasculaires qui se disposent en une stèle plus ou moins définie. Ce sont là les caractères des épithéliomes. Enfin, si l'inoculation est faite sur des organes en voie de développement, jeunes bourgeons situés à l'aisselle des feuilles ou feuilles jeunes, on obtient l'équivalent des tératomes embryonnaires; la tumeur se couvre dans ce cas de pousses avortées. La spécificité de ces tumeurs dépend non de la nature du parasite, qui est toujours le même, mais de la nature du tissu atteint.

Dans un autre travail, plus spécialement écrit pour les médecins, Smith[1] insiste sur les ressemblances de la crown-gall et du cancer humain. Sans prétendre que le parasite du cancer des plantes a quelque relation avec le cancer des animaux, il constate que le *Bacterium tumefaciens* provoque chez les plantes un ensemble de phénomènes dont le parallélisme avec les manifestations du cancer humain est frappant : croissance des tissus sans fonction déterminée, caractère embryonnaire permanent de ces tissus, différenciation désordonnée, propagation par des traînées tumorales, formation de galles ressemblant à des tératomes embryonnaires. En outre, malgré son pouvoir envahisseur, la cellule de la crown-gall n'est pas le parasite lui-même; ce pouvoir résulte du parasite qu'elle héberge. Ces raisons donnent beaucoup de force à l'hypothèse que le cancer humain est dû à un parasite endocellulaire.

Enfin Smith[2] a institué toute une série d'expériences destinées à élucider les causes immédiates de la tumeur dans la crown-gall et à décider notamment si les substances produites par le métabolisme du parasite ne représentent pas les agents qui provoquent directement la prolifération des cellules. Dans ce but, des plantes diverses furent injectées d'abord avec des substances que l'analyse chimique avait révélées dans le parasite et ensuite avec d'autres nombreuses substances chimiques. Les premières expériences consistèrent en injections d'ammoniaque à des états divers de concentration dans la cavité de la tige de Ricin et dans les cavités de tomates vertes. Dans les deux cas, il se produisit des intumescences en forme de coussinets dans l'intérieur des cavités. Plus tard, des proliférations du même genre furent obtenues par l'injection de substances variées : sels organiques et inorganiques d'ammonium, solutions diluées d'acides, de sels, de glucose, de saccharose et même d'eau distillée. Le résultat le plus frappant fut obtenu par l'injection d'une solution à 5 % de phosphate d'ammonium dans un très jeune entrenœud de Ricin. Dans ce cas, la cavité centrale se remplit d'une moelle de prolifération où se différencie un cylindre vasculaire complet. L'orientation des éléments dans cette nouvelle stèle était renversée, avec le liber intérieur et le bois extérieur. En somme, si le liquide stimulant était appliqué d'une façon continue, on obtiendrait des tumeurs qui ne différeraient pas de la crown-gall. Comme ces tumeurs résultent de la présence de substances variées et non de substances produites par le parasite, l'auteur attribue leur effet non à une action chimique spécifique, mais à quelque propriété commune aux substances employées et indépendante de leur composition chimique; cette propriété commune, c'est l'action osmotique qu'elles exercent. Les substances excrétées par un parasite endocellulaire, diffusant dans des directions variées, exercent des actions osmotiques locales qui renversent le sens du mouvement normal de l'eau et des aliments : c'est là qu'il faudrait trouver pour la crown-gall et sans doute aussi pour les néoplasmes animaux la cause si longtemps cherchée de la croissance des tumeurs.

V. — Symbiose

Mycorhizes endotrophes. — Jusqu'en 1915, les Orchidées représentaient la seule famille de plantes à mycorhizes où le champignon endophyte avait été isolé et dans laquelle l'existence d'une symbiose obligatoire avait été prouvée. Rayner[1]

1. E. Smith : Studies on the crown-gall of plants; its relation to human cancer. *Journ. Cancer Research*, t. I, p. 231-258, 25 pl.; 1916.

2. Smith : Mechanism of tumor growth in crown-gall. *Journ. Agric. Research*, t. VII, pp. 165-186, p. 465; 1917.

1. M. Th. Rayner : Obligate symbiosis in *Calluna vulgaris*. *Ann. Bot.*, t. XXIX, 1915

vient de démontrer qu'il en est de même chez les Ericacées et qu'il existe également chez ces plantes une relation nécessaire entre le champignon et son hôte. Les embryons de *Calluna vulgaris* provenant de graines stérilisées et cultivés dans des conditions aseptiques arrêtent de bonne heure leur développement et sont incapables de former des racines. Le champignon des *Calluna* a été isolé et cultivé à l'état de pureté ; il a les caractères morphologiques du genre *Phoma*, du groupe des Hyphomycètes. Des embryons stériles placés dans un milieu convenable et dans des conditions aseptiques, dès qu'on les inocule avec des cultures pures, forment un vigoureux système radiculaire et se développent en plantes normales. La présence de mycorhizes endotrophes dans les racines des Ericacées était connue depuis longtemps, mais les observations cytologiques n'avaient pas éclairé les relations des deux associés.

Les faits mis en lumière par Rayner sont remarquables et, à quelques égards, uniques parmi les plantes à fleurs. Le champignon des racines de *Calluna* non seulement forme des mycorhizes, mais encore il s'étend dans toute la plante, à un état extrêmement atténué, à l'intérieur des tissus de la tige et de la feuille. A son tour, l'ovaire est envahi et les hyphes gagnent les téguments des jeunes graines. Celles-ci, quand elles sont disséminées, emportent avec elles les hyphes sous forme de cordons délicats à la surface de leurs téguments. Les conditions nécessaires à la germination de la graine favorisent aussi l'activité du mycélium qui envahit l'embryon et détermine son développement. La difficulté et l'irrégularité de la germination des graines d'Ericacées doit être attribuée, sans aucun doute, comme pour les Orchidées, à l'absence du champignon ou à sa mort par suite de la dessiccation.

De son côté, Dufrénoy[1] étudie les mycorhizes endotrophes d'une autre Ericacée, *Arbutus Unedo*. Les racines de cette plante sont revêtues d'un manteau serré d'hyphes dont quelques branches pénètrent les tissus et envahissent toute la plante, en émettant des suçoirs. Les cellules de l'hôte ne réagissent pas d'ordinaire, mais le protoplasma devient granuleux et se réduit à mesure que le champignon se développe. Des radicelles envahies de bonne heure se transforment en tubercules. Le mycélium se rencontre toujours sur les sépales et les grains de pollen. Les ovules peuvent être inoculés de deux manières : ou par les grains de pollen, ou par les spores du champignon développé sur les sépales.

1. J. Dufrénoy : The endotrophic Mycorhiza of Ericaceae. *New Phytol.*, t. XVI, 4 fig. ; 1917.

Toutefois, les observations anciennes de Stahl[1] ne concordent pas avec les données de Rayner. Les expériences faites par Stahl sur le *Vaccinium*, une autre Ericacée, lui ont montré que les graines de ces plantes, semées sur un sol stérilisé, germaient sans difficulté et produisaient des plantules bien racinées qui, six mois après, ne montraient pas trace de champignon ; il ne saurait donc être question chez les Ericacées de mycorhizes obligatoires. Cependant, Rayner continue à croire à une infection ovarienne chez les Vacciniées et met en doute les résultats expérimentaux obtenus par Stahl.

Comment s'est faite l'évolution des mycorhizes ? Les racines des plantes vasculaires vivent dans un milieu riche en microorganismes ; bactéries, algues inférieures, champignons se sont groupés autour de ces racines par chimiotaxie et quelques-uns d'entre eux ont pu pénétrer à l'intérieur des racines, à l'état primordial de parasites. Mais la résistance des cellules de la racine est telle qu'elle domine le parasite. Plus tard, par la digestion du mycélium, la plante recouvre les matériaux qui lui avaient été dérobés. Le phénomène des mycorhizes ne serait ainsi que l'expression de la lutte continuelle menée par tous les organismes contre l'invasion de leurs tissus par des parasites. Les plantes à fleurs ont non seulement tenu l'envahisseur en échec ; mais encore elles ont fait tourner sa pénétration à leur avantage.

VI. — Reproduction et Parthénogénèse

Développement des organes reproducteurs. — En étudiant le pollen d'un grand nombre d'espèces du genre *Rosa*, Cole[2] constate qu'il est en grande partie stérile ; ce fait, joint à la grande variabilité des formes, prouve que les espèces du genre *Rosa* sont d'origine hybride. Cette variabilité ne saurait servir de fondement à l'hypothèse d'une mutation, puisqu'elle n'est ici que le résultat d'une contamination hybride naturelle. Miss L. Sawyer[3] a réussi à extraire les tubes polliniques qui germent sur le stigmate et dans le sillon longitudinal que parcourt le style de l'*Iris versicolor* et à les faire croître dans des solutions nutritives. La germination se trouve accélérée et il est possible de suivre l'évolution des divers éléments. Le tube pollinique se ramifie et dans certains cas le grain de pollen donne deux tubes polliniques. La cellule génératrice peut précéder le noyau végétatif dans sa migration et elle

1. Stahl : Der Sinn der Mykorrhizenbildung. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, t. XXXIV ; 1900.
2. R. C. Cole : Imperfection of pollen and mutability in the genus *Rosa*. *Bot. Gaz.*, t. LXIII, 3 pl. ; 1917.
3. L. Sawyer : Pollen tube and spermatogenesis in *Iris*. *Bot. Gaz.*, t. LXIV, 18 fig. ; 1917.

ne forme les deux gamètes qu'après sa pénétration dans le tube pollinique. Une fois formés, les noyaux des gamètes se débarrassent du protoplasma de la cellule génératrice et se montrent libres dans le tube pollinique; l'un d'eux paraît plus grand que l'autre.

Dans l'évolution de la cellule-mère du sac embryonnaire de certaines Pipéracées, Hauser[1] constate que la division du noyau n'est pas suivie de la formation de cloisons cellulosiques. Il se forme ainsi ce que l'auteur appelle une *synmacrospore*, pour marquer que chacun des noyaux représente une cellule. Le sac embryonnaire de *Peperomia magnoliifolia* présente les anomalies suivantes : une seule synergide, une oosphère, six antipodes et huit noyaux polaires.

Les études entreprises par Weniger[2] sur le développement du sac embryonnaire et de l'embryon de certaines Euphorbiacées n'apportent aucun fait nouveau; il en est de même des recherches de Dupler[3] sur les gamétophytes de *Taxus canadensis;* les résultats qu'il a obtenus sont conformes aux faits déjà bien établis pour le *Taxus baccata.*

Parthénogénèse. — Depuis la découverte de Braun, en 1856, le *Chara crinita* est considéré comme le type de la parthénogénèse générative, c'est-à-dire de la parthénogénèse due au développement de l'oosphère non fécondée et pourvue d'un nombre réduit de chromosomes. Ernst[4] arrive à des résultats différents. Il remarque d'abord que, tandis que les individus femelles de cette algue sont très répandus, on ne signale que quelques régions où l'on trouve à la fois des individus mâles et des individus femelles (Budapest, Sicile). Il constate ensuite, par l'examen des spores, que celles-ci sont de taille très variable. Les mensurations de 500 spores provenant de plantes d'origine suédoise ont donné une courbe de variation à un seul sommet. Avec les spores de *Chara*, provenant de Budapest, on obtient au contraire une courbe de variation à deux sommets. Il était donc vraisemblable que, dans les localités où poussent des *Chara* mâles et des *Chara* femelles, il se forme deux sortes de spores, des parthénospores et des zygospores, distinctes par leur grosseur; c'est ce que confirma l'expérience. Les matériaux issus d'une région à pieds femelles donnent en culture des oogones dont les oosphères se transforment en spores capables de germer; chez les plantes issues d'une région à pieds mâles et à pieds femelles, il n'en est pas ainsi. Une partie des plantes seulement forme des oosphères capables de germer sans fécondation; l'autre partie ébauche bien ses oogones, mais ceux-ci périssent bientôt. Mais si, au moment où les premiers oogones se détruisent, on ajoute des pieds mâles ou de l'eau où ont été cultivées des plantes mâles, on voit les oogones qui n'avaient pas encore péri se développer et arriver à maturité. On peut donc isoler, dans le *Chara crinita*, trois sortes de plantes : des plantes mâles, des plantes femelles parthénogénétiques et des plantes femelles capables de fécondation. Les parthénospores et les zygospores ne sont jamais réunies sur la même plante. La numération des nombres de chromosomes montre qu'il s'agit ici d'une parthénogénèse somatique. Les pieds mâles et les pieds femelles capables d'être fécondés présentent dans les divisions des cellules végétatives 12 chromosomes; il en est de même dans les filaments à anthérozoïdes. Les divisions végétatives dans les individus parthénogénétiques montrent un nombre double de chromosomes, c'est-à-dire 24.

Patrogénèse. — Collins et Kempton[1] ont croisé deux Graminées, un *Tripsacum dactyloides* femelle et un *Euchlaena mexicana* mâle; les hybrides fertiles ainsi obtenus ont été reproduits entre eux pendant trois générations et tous les produits, sans exception, ont été des *Euchlaena* purs, sans qu'on pût y observer quelque caractère du parent femelle. La prédominance des caractères mâles dans un hybride est un fait connu, auquel on donne le nom de *patroclinie;* mais il s'agit ici de la présence exclusive de ces caractères, pour laquelle les auteurs proposent le nom de *patrogénèse*, par opposition avec la parthénogénèse. Le fait que les produits soumis à des conditions différentes ont montré de multiples variations et anomalies sans que jamais apparût la moindre trace des caractères du parent femelle prouve qu'il ne s'agit pas ici d'une simple dominance des caractères mâles. La seule explication possible est que le noyau mâle s'est développé dans l'ovaire à l'exclusion du noyau femelle, réalisant ainsi le contraire de la parthénogénèse.

VII. — Les Thallophytes

La sexualité chez les Basidiomycètes. — Mlle Bensaude[2] apporte à la sexualité des Basi-

1. R. Hauser : Untersuchungen an Makrogametophyten von Piperaceen. *Beih. Allg. Bot.*, I; 1916.
2. W. Weniger : Development of embryosac and embryo in *Euphorbia Preslii* and *E. splendens. Bot. Gaz.*, t. LXIII, 3 pl.; 1917.
3. A. W. Dupler : The gametophytes of *Taxus canadensis* Marsh. *Bot. Gaz.*, t. LXIII, 4 pl. : 1917.
4. A. Ernst : Experimentelle Erzeugung erblicher Parthenogenesis. *Zschr. Ind. Abstamm.-u. Vererb.-lehre*, XVII, 1917.

1. G. N. Collins et J. H. Kempton : Patrogenesis. *Journ. of Heredity*, t. VII, 1916.
2. M. Bensaude : Recherches sur le cycle évolutif et la sexualité chez les Basidiomycètes. *Thèses Fac. Sc. Paris*, 156 p., 30 fig., 13 pl.; 1918.

diomycètes un nouvel argument fondé sur l'existence de l'hétérothallie chez certaines formes et notamment chez le *Coprinus fimetarius*. Le corps végétatif de ces champignons est formé de deux mycéliums différents par leur structure et leurs fonctions : un mycélium primaire à cellules uninucléées, sans anses anastomotiques, et un mycélium secondaire à cellules binucléées et pourvues à chaque cloison d'une anse préposée à la division conjuguée. Les deux noyaux, dans les cellules du mycélium secondaire, forment un dicaryon et leurs divisions simultanées, nommées divisions conjuguées, se font par bipartition parallèle des deux noyaux. Les cellules binucléées du *Coprinus fimetarius* naissent comme chez les Urédinées, à la suite de fusions entre des couples de cellules uninucléées. Or, les cellules binucléées ne se forment jamais à la suite de plasmogamie entre deux cellules d'un même thalle, mais seulement à la suite d'une fusion entre cellules primaires de thalles différents. Dans les cultures monospermes de Coprin, faites à partir d'une seule spore, le mycélium reste indéfiniment primaire et stérile. Dans les cultures polyspermes, faites à partir de tout un lot de spores, au contraire, le mycélium devient toujours secondaire. Il y a donc ici une hétérothallie comparable à celle que Blakeslee a signalée chez les Mucorinées et les thalles (+) et (—) sont un peu différents. Dès que deux thalles de signe contraire sont en présence, il se fait en un point de contact des deux mycéliums, ou en plusieurs points, entre une cellule (+) et une cellule (—), une plasmogamie déterminant la production d'un dicaryon d'où dérive le tronçon binucléé dont le terme final est la baside.

Parasitisme du prothalle chez une Laminaire. — Les Algues épiphytes sont fréquentes sur les Algues calcaires, mais celles qui y pénètrent en parasites sont infiniment rares. C. Sauvageau[1] en a fait connaître un cas d'autant plus intéressant qu'il s'applique au prothalle d'une Laminaire. On sait, d'après les recherches de cet auteur exposées dans cette *Revue*[2], que les Laminaires présentent une alternance de générations comparable à celle des *Equisetum* et que les zoospores engendrent les unes des prothalles mâles à anthéridies et les autres des prothalles femelles à oogones. Les oosphères fécondées produisent des plantules qui deviennent les Laminaires adultes. Or, le *Phyllaria reniformis*, l'unique espèce méditerranéenne, n'avait pas encore été étudié à ce point de vue ; il apparaît à Banyuls vers la fin de l'hiver pour disparaître en été. L'auteur en a trouvé, en avril, de nombreuses plantules très jeunes, certaines mesurant 200 μ seulement ; il n'en a vu aucune sur les rochers, toutes étaient sur une Corallinacée, le *Lithophyllum lichenoides*, et en apparence épiphytes. En réalité, leur cellule basilaire, dont la forme est par ailleurs remarquable, continue une file de cellules profondes visibles seulement après décalcification, qui représente le prothalle de la Laminaire parasite dans l'épaisseur du *Lithophyllum*, tandis que la cellule basilaire de la plantule est un oogone fertile. L'auteur n'a vu aucune trace des anthéridies, mais des cultures que les circonstances ne lui ont pas encore permis de réaliser les révéleraient peut-être. Comme les *Lithophyllum* ne s'accroissent pas en épaisseur et qu'on ne peut invoquer ici aucune cause d'inclusion, il faut admettre que le prothalle traverse l'Algue calcaire à la manière d'un parasite et la dissout sur son passage jusqu'au moment où, venant au jour, il forme aussitôt un oogone qui persistera comme cellule basilaire de la plantule. L'auteur se propose de rechercher si ce mode inaccoutumé d'existence dans une Algue calcaire est devenu une adaptation nécessaire pour le *P. reniformis*, s'il entraîne l'apogamie et comment s'y fait la première pénétration.

Alternance des générations chez les Algues brunes. — C. Sauvageau[1] vient de signaler un nouveau type d'alternance des générations chez une Algue brune, le *Dictyosiphon foeniculaceus*, dont on connaît seulement les sporanges uniloculaires, et chez lequel Areschoug avait cru observer une copulation de zoospores. Cette alternance offre un caractère tout différent de celle que cet observateur a déjà décrite chez les Laminaires. Les zoospores fournissent un prothalle sur lequel apparaissent des organes pluriloculaires dont les éléments motiles sont des gamètes isogames ; les zygotes, ou les gamètes parthénogénétiques, donnent un protonéma sur lequel apparaissent les plantules de *Dictyosiphon*. L'Algue connue sous ce nom n'est que le sporophyte de l'individu total. La culture des Phéosporées réunies par Oltmanns sous le nom d'*Ectocarpacées* permettra sans doute de mieux apprécier qu'on n'a pu le faire jusqu'à présent les affinités des nombreuses familles de ce groupe complexe.

F. Péchoutre,
Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

1. C. Sauvageau : Sur les plantules d'une Laminaire à prothalle parasite (*Phyllaria reniformis* Rostof). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXVI, pp. 787-789 ; 1918.
2. *Revue générale des Sciences*, t. XXVII, pp. 688-692 ; 1916.

1. C. Sauvageau : Sur un nouveau type d'alternance des générations chez les algues brunes (*Dictyosiphon foeniculaceus*). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXIV, pp. 829-831 ; 1917.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Œuvres de G. H. Halphen, *publiées par les soins de* C. Jordan, H. Poincaré, E. Picard, *avec la collaboration de* E. Vessiot. *Tome II. — 1 vol. gr. in-8° de 560 pages (Prix : 40 fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1918.

Le tome II des Œuvres d'Halphen [1] embrasse les travaux du grand géomètre parus de 1878 à 1882, à l'exception de son mémoire magistral sur la réduction des équations linéaires aux formes intégrables, couronné en 1881 par l'Académie des Sciences, qu'en raison de son étendue les éditeurs ont jugé à propos de rejeter en tête du tome III.

Le volume s'ouvre par le mémoire sur les caractéristiques des systèmes de coniques et de surfaces du second ordre où Halphen élucide définitivement cette importante question par une méthode non moins profonde qu'originale qu'il devait étendre encore à d'autres sujets, notamment à l'étude des singularités des courbes gauches et des surfaces développables ainsi qu'à celle des surfaces gauches, traitées dans deux mémoires qui figurent également dans le présent volume.

A la même époque se rattachent les premières investigations d'Halphen dans le domaine alors nouveau des formes projectives infinitésimales, divulguées dans sa thèse sur les invariants différentiels et dans son mémoire capital sur les invariants différentiels des courbes gauches.

Les mémorables découvertes condensées en ces pages attestent l'incomparable maîtrise d'Halphen sur le terrain de la géométrie algébrique et des formes différentielles qui s'y rattachent.

Le même volume contient encore ses profondes recherches sur les courbes planes du troisième degré.

Pour apprécier l'importance des services rendus par Halphen à la géométrie des courbes et des surfaces algébriques, « il convient, dit Poincaré, de considérer dans leur ensemble tous ces travaux géométriques. Ils sont, en effet, étroitement liés les uns aux autres, malgré l'apparence contraire, et ils ont été inspirés par une pensée unique, ainsi que le comprendra aisément tout lecteur un peu attentif.

« Tous se rattachent à la « géométrie énumérative », à cette branche de la science dont l'intérêt est considérable, qui doit ses premiers progrès à Chasles... », à laquelle il appartenait à Halphen de rendre « la rigueur absolue sans laquelle les mathématiques ne sont rien ».

Quant aux invariants différentiels, dont, suivant l'ingénieuse remarque de Poincaré, la théorie est à celle de la courbure ce que la géométrie projective est à la géométrie élémentaire, à peine Halphen en avait-il abordé l'étude qu'il l'embrassait, peut-on dire, dans toute sa plénitude, la fondant sur des assises inébranlables et en faisant apparaître, de prime abord, et sous la forme la plus imprévue, toute la fécondité.

Le même volume renferme encore les premiers essais d'Halphen relatifs aux fonctions elliptiques, qui devaient, un peu plus tard, devenir le centre même de ses recherches, et ses découvertes touchant la théorie des séries, notamment celle de la série d'Abel, d'où il a su, comme sur tous les sujets qu'il a abordés, faire saillir les résultats les plus cachés, parfois les plus déconcertants, comme celui qui concerne l'application de la série d'Abel à une fraction rationnelle quelconque, cas où une telle série converge toujours et ne représente jamais la fraction.

Au milieu de ces travaux de grande haleine, on rencontre encore dans le volume une foule de courtes notes sur des sujets divers où s'affirme la haute maîtrise du profond géomètre, particulièrement en de difficiles questions de la théorie des nombres. Parmi ces hors-d'œuvre, qui suffiraient à asseoir la réputation d'un mathématicien non qualifié par les géniales découvertes d'un Halphen, qu'il nous soit permis de signaler la très ingénieuse démonstration d'une jolie remarque de M. Picard relative aux lignes asymptotiques des surfaces gauches douées de deux génératrices rectilignes et l'élégante solution du problème de Joseph Bertrand concernant les lois de Képler.

Maurice d'Ocagne,
Professeur à l'Ecole Polytechnique.

Perrigo (Oscar E.), *Ingénieur-mécanicien.* — **Les Tours.** Construction, essais, emploi, exemples pratiques de travaux. *Traduit sur la deuxième édition américaine par* M. Varinois, *Ingénieur des Arts et Manufactures. — 1 vol. gr. in-8° de XVI-419 p. avec 341 fig. (Prix : 30 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

Varinois (Maurice), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Le Fraisage.** La fraise. Les machines a fraiser. Les machines a tailler les engrenages. Exemples de travaux de fraisage. — *1 vol. gr. in-8° de 684 p. avec 586 fig. (Prix : 54 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

On sait que l'industrie américaine doit une bonne partie de son remarquable développement à la magnifique série de machines infiniment perfectionnées qu'elle emploie dans ses divers domaines, et que la construction de celles-ci n'a été elle-même possible que grâce à l'aide de nombreuses machines-outils qui dérivent des premiers types de mécanismes les plus simples amenés d'Europe par les premiers colons des Etats-Unis.

Parmi ceux-ci figurait au premier rang le tour à pied, qui, d'étape en étape, est devenu le tour moderne, avec les formes diverses qu'il a prises dans l'industrie. C'est cette évolution que M. Perrigo retrace au commencement de son ouvrage sur *Les Tours*, comme préface à l'exposé de l'état actuel de la disposition, de la construction et de l'emploi de ces machines-outils en Amérique.

Les éléments essentiels d'un tour simple pour le travail des métaux comprennent : des moyens convenables pour supporter et maintenir entre pointes la pièce à tourner (banc, poupée et contre-pointe); un mécanisme approprié pour faire tourner la pièce (cône d'entraînement, engrenages, etc.); un outil coupant convenablement monté et supporté par un appareil approprié commandé par un mécanisme spécial (chariot, porte-outils, outil, engrenages, etc.). M. Perrigo indique les principes de l'établissement des projets de chacune de ces parties du tour en vue de la construction des diverses catégories de tours. Un chapitre spécial est consacré aux outils de tours qui ont subi une véritable révolution par l'introduction des aciers dits « rapides »; l'auteur montre les vitesses de coupe et d'avancement considérables qu'on peut réaliser par l'emploi de ces aciers et indique les méthodes de calcul de la puissance nécessaire. Le tour une fois construit doit être soumis à une vérification avant d'entrer en service; M. Perrigo est l'auteur d'une méthode qui permet d'établir si le tour remplit bien les conditions essentielles auxquelles il doit satisfaire, et il l'expose avec tous les dispositifs nécessaires.

1. On trouvera dans le numéro de la *Revue* du 30 mars 1917, p. 186, l'analyse du tome I de cette publication, où sont rappelées les principales caractéristiques de l'œuvre d'Halphen.

L'auteur consacre ensuite deux importants chapitres aux principales opérations du travail au tour, parmi lesquelles nous relevons : le centrage et l'entraînement des pièces, le travail sur mandrin, le travail sur plateau, le tournage des cônes, le travail de profilage, de perçage, d'alésage, de filetage, de fraisage, etc.

Puis vient la description détaillée des principaux types de tours : tours à fileter, gros tours, tours à grande vitesse, tours pour travail en l'air, tours-revolver ordinaires et spéciaux, tours à commande électrique, en faisant ressortir et commentant les particularités de leur disposition, de leur construction et de leur emploi.

Enfin un dernier chapitre renferme des instructions pratiques sur l'emploi des tours : mise en place, montage, commande, leviers de manœuvre, etc.

Il faut savoir gré à M. Varinois d'avoir entrepris la traduction française de cet ouvrage, qui nous donne une idée complète des tours américains modernes et qui constitue une mine de renseignements précieuse pour les mécaniciens, constructeurs, ingénieurs, chefs d'ateliers et même apprentis.

Non moins utile à consulter par les mêmes catégories de techniciens est le second ouvrage que M. Varinois vient de publier sur *Le Fraisage*.

L'emploi de la fraise a pris une importance considérable pour l'usinage des pièces dans la construction mécanique. Les applications de la fraise s'étendent maintenant à tous les métaux : fonte, acier, bronze, laiton, aluminium, etc., ainsi qu'à divers produits artificiels non métalliques, dont la dureté se rapproche de ceux-ci.

La différence fondamentale qui sépare la fraise des outils de rabotage, de tour, à mortaiser, etc., consiste en ce que, tandis que ces derniers n'attaquent le métal qu'au moyen d'un seul tranchant, la fraise les usine au moyen d'un grand nombre de tranchants, qui viennent couper le métal successivement. Il en résulte que, tandis que les outils des autres machines se trouvent en prise constamment ou pendant de longues périodes successives et s'échauffent rapidement, la fraise, ne coupant que pendant de courtes périodes, séparées par des intervalles équivalents ou même supérieurs, a une tendance moins marquée à l'échauffement, ce qui permet de la faire travailler dans des conditions plus dures. D'autre part, avec la fraise, on peut attaquer simultanément une pièce sur toute sa largeur, et la surface de la pièce se trouve dressée par un seul déplacement de l'outil. Enfin, avec la fraise il est possible de fabriquer des outils dont le tranchant présente toujours le même profil, malgré des affûtages répétés. Ces diverses qualités assurent à la fraise un emploi de plus en plus répandu, et justifient l'ampleur de l'ouvrage que M. Varinois lui a consacré.

Cet ouvrage est avant tout un livre d'atelier, dans lequel l'auteur s'est efforcé de réunir tous les renseignements utiles d'ordre pratique dont l'ouvrier peut avoir besoin pour l'exécution du travail. Il contient, en outre, présentés sous la forme la plus claire et la plus compréhensible possible, tous les genres de calculs nécessaires pour les opérations de fraisage, et de taillage des engrenages droits, hélicoïdaux, vis sans fin et crémaillères. La première partie est consacrée à l'étude de la fraise proprement dite; dans la seconde, l'auteur passe en revue les différents types de machines à fraiser, ainsi que leurs accessoires tels que les appareils diviseurs, les appareils à reproduire, etc. La troisième partie est consacrée au taillage des engrenages au moyen de la fraise.

Le volume se termine par des exemples de travaux de fraisage et des renseignements pratiques divers concernant l'emploi des fraises et machines à fraiser. Un nombre considérable de figures illustre cet important ouvrage.

C. Maillard.

2° Sciences physiques

Righi (Aug.). — **I Fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del magnetismo.** — *1 vol. in-8 de 435 p. avec 123 fig. et 8 pl.* (*Prix : 17,50 lire*). *N. Zanichelli, éditeur, Bologne*, 1918.

Dans cet ouvrage, l'éminent physicien italien a entrepris de donner un exposé d'ensemble des recherches expérimentales qu'il poursuit depuis un certain nombre d'années sur les phénomènes électriques qui se produisent dans le champ magnétique.

La matière du volume est groupée en cinq grands chapitres, dont le premier constitue une espèce d'introduction ayant pour but de mettre tout lecteur un peu cultivé au courant des idées aujourd'hui dominantes en Physique, plus spécialement dans la science de l'Electricité, et de lui faciliter l'intelligence du reste de l'ouvrage.

Depuis longtemps et à des époques diverses, les conditions nécessaires à la production de l'étincelle ou du courant électrique dans un gaz, exposé à l'action du magnétisme, ont fait l'objet de recherches expérimentales. L'auteur les expose dans le chapitre II, en ne se bornant pas à une description aride des faits, mais en cherchant à les expliquer, ce qui l'a amené à créer une nouvelle théorie, l'explication courante, basée sur les variations des trajectoires parcourues par les particules électrisées, produites sous l'influence du champ, lui ayant paru insuffisante. La théorie de la *magnéto-ionisation*, proposée par M. Righi pour la remplacer et qu'il appuie sur de nombreuses expériences, consiste à admettre que le champ magnétique favorise l'ionisation par le fait qu'il tend à donner aux molécules du gaz une orientation telle que la force électromagnétique agissant sur les électrons satellites des atomes est dirigée vers l'extérieur, ce qui a pour effet de diminuer l'énergie nécessaire à l'ionisation.

Le chapitre III est consacré à l'étude des phénomènes lumineux qui se produisent en particulier autour de l'électrode négative pendant la décharge dans les gaz raréfiés lorsque les forces magnétiques entrent en jeu. Là aussi l'auteur a remplacé les hypothèses antérieures par sa théorie des *rayons magnétiques*, hypothèse de travail d'abord, qui lui a permis de réaliser un nombre croissant d'expériences nouvelles, et celles-ci ont si bien confirmé ses prévisions que cette hypothèse lui paraît être aujourd'hui l'expression même de la réalité.

Le chapitre IV contient l'exposé de faits complètement nouveaux, auxquels l'auteur a été conduit incidemment par quelques expériences relatées au chapitre III. Ce sont les phénomènes dits de *rotation ionomagnétique*, observés quand un champ magnétique agit sur un tube à décharge renfermant un moulinet à ailettes verticales, et dus à des modifications de forme des trajectoires des particules électrisées.

Ce qui confère pour M. Righi une importance spéciale aux phénomènes de rotation iono-magnétique, c'est le fait qu'en transportant les propriétés inhérentes aux gaz ionisés, et révélées par l'étude de ceux-ci, au cas de la théorie électronique de la conduction métallique, il arrive à une théorie qui explique d'une façon nouvelle le mécanisme des forces électromagnétiques tendant à repousser les conducteurs parcourus par un courant. A cause de la forme incurvée que prennent, sous l'action d'un champ magnétique, les trajectoires des ions et des électrons, l'action résultante sur les parois du récipient n'est pas nulle, mais se traduit par un couple dont l'axe est parallèle à la direction du champ. C'est pourquoi un tube d'étincelle est repoussé dans un champ magnétique, et précisément de la même façon qu'un conducteur parcouru par un courant. Les électrons libres dans un métal donnent naissance, d'une façon analogue, aux mouvements des conducteurs, attribués jusqu'à présent aux forces électromagnétiques agissant à distance. L'exposé de ces conceptions nouvelles et des expériences sur lesquelles l'auteur les appuie forme l'objet du chapitre V.

Par ce court aperçu, on se rend compte de l'importance des sujets traités par l'éminent professeur de

Bologne et des nombreuses contributions qu'il a apportées à la solution des problèmes posées par l'étude des phénomènes électriques qui se produisent dans les gaz raréfiés sous l'action du champ magnétique.

A. V.

Martinet (J.). — **Synthèses dans la série de l'indol. Homologues du dioxindol et de l'isatine** (*Thèse de doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — *1 vol. in-8° de 115 p. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1918.

Les éthers mésoxaliques $RCO^2.CO.CO^2R$ doivent, à la présence de deux carboxyles au voisinage de leur carbonyle fonctionnel, une aptitude réactionnelle qui a été spécialement mise en évidence par M. A. Guyot en France et M. R. S. Curtiss en Amérique.

M. J. Martinet a étendu aux amines secondaires la réaction de ce corps avec les amines tertiaires étudiée par M. Guyot. Il a montré que cette réaction peut être décomposée dans les phases suivantes : 1° obtention d'éthers arylaminotartroniques ; 2° cyclisation de ces éthers en éthers indo-xanthiques ; 3° transposition des éthers indo-xanthiques en éthers dioxindol-carboniques ; 4° saponification en acides dioxindol-3-carboniques ; 5° décarboxylation et obtention de dioxindol ; 6° oxydation du dioxindol en milieu alcalin et transformation en isatates alcalins ; 7° obtention d'acides isatiques ; 8° lactamisation en isatine.

La thèse de l'auteur est spécialement consacrée à la description de la préparation et des propriétés des éthers dioxindol-3-carboniques, des dioxindols, des isatines et des acides isatiques et isatates métalliques dont il a obtenu de nombreux échantillons.

L. B.

Fryer (P. J.) et **Weston** (F. E.). — **Technical Handbook of Oils, Fats and Waxes** (Traité technique des huiles, graisses et cires). *Vol. II :* **Practical and analytical.** — *1 vol. in-8° de XVI-314 p. avec 69 fig. et 1 pl. en couleurs (Prix cart. : 15 sh.). Cambridge University Press, 133-135, Fetter Lane, Londres*, 1918.

Le premier volume de cet ouvrage[1] était consacré aux notions générales sur les huiles, graisses et cires, leur constitution chimique et leur préparation ; le second volume traite de leur examen analytique. Il est peu de sujets qui aient donné lieu à un aussi grand nombre de travaux. Grâce à une pratique industrielle déjà longue, les auteurs ont eu l'occasion d'essayer la plus grande partie des méthodes proposées pour l'essai ou l'analyse des huiles, graisses et cires, et ils ont éliminé de leur traité toutes celles qui ne leur ont pas paru donner des résultats dignes de confiance ; d'autres ont été modifiées et quelques-unes, fruit de leurs recherches, sont originales.

Après quelques notions préliminaires sur les principes du « succès en analyse chimique », les méthodes d'échantillonnage et les essais préparatoires, les auteurs abordent les méthodes pratiques de détermination analytique « types », qui ont pour objet la mesure des valeurs suivantes : densité, point de fusion et de solidification, indice de réfraction, viscosité, solubilité, pouvoir rotatoire, indice d'iode, indice de saponification, indice de Reichert-Meissl, indice d'acétyle, etc. Ils décrivent ensuite les essais relatifs à certaines huiles particulières ou groupes d'huiles. Le chapitre suivant est consacré à la détermination des acides gras et des alcools dérivés des huiles. Puis vient l'application des résultats précédents à l'analyse des hydrocarbures et des cires, de la rosine et de la térébenthine.

Le chapitre capital de l'ouvrage est celui qui concerne la difficile question de l'interprétation des résultats analytiques obtenus avec les produits du commerce. Ici se greffe, en effet, le problème de la variation naturelle des huiles et graisses et des modifications introduites par les diverses opérations techniques. Les auteurs recommandent l'usage de diagrammes colorés, ainsi conçus : Pour chaque propriété (densité, etc.), les diverses valeurs déterminées pour les différentes huiles, graisses et cires sont représentées sous forme d'une échelle verticale, s'étendant des plus basses aux plus hautes valeurs connues. Les différentes classes d'huiles, etc. se distinguent par des couleurs différentes. La valeur moyenne pour chaque huile est indiquée par une ligne horizontale de sa couleur, tracée exactement en face de sa position sur l'échelle verticale. Les limites de variation de la valeur considérée sont représentées par un trait vertical de la même couleur. Dans le même chapitre est également traitée la question de la détermination des adultérations, à l'aide de plusieurs exemples pratiques qui sont interprétés.

Un dernier chapitre donne sous forme systématique le schéma des opérations analytiques nécessaires à l'identification d'une huile, graisse ou cire supposée pure.

Enfin un certain nombre de tables résument des données utiles à l'analyse.

L'ensemble de l'ouvrage de MM. Fryer et Weston constitue l'un des meilleurs traités pratiques sur la matière ; il sera consulté avec fruit par les chimistes industriels.

L. B.

3° Sciences naturelles

Pézard (A.). — **Le conditionnement physiologique des caractères sexuels secondaires.** — *1 vol. in-8° de 176 pages avec 79 fig. et 1 pl. (Thèse de Doct. ès sciences). Extrait du Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, t. LII, *Paris*, 1918.

Les caractères sexuels secondaires du mâle apparaissent habituellement au moment de la puberté. On en avait conclu qu'ils étaient sous la dépendance d'une sécrétion interne produite par la glande génitale. Une telle inférence est-elle légitime, et raisonner ainsi ne conduit-il pas au risque de prendre ce qui n'est peut-être qu'une coïncidence fortuite pour un rapport de cause à effet ? L'action du testicule dans le déterminisme des caractères sexuels secondaires du mâle ne peut être affirmée en dehors d'un ensemble d'expériences comportant l'épreuve et la contre-épreuve. C'est en partant de cette idée que M. Pézard a entrepris, sous la direction du professeur Gley, à la Station physiologique du Collège de France, sur un matériel de choix (coqs et faisans où les caractères sexuels sont, comme on le sait, particulièrement nets), une série de longues et patientes recherches qui ont abouti à l'important travail dont je vais exposer les principaux résultats.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des conséquences de la castration chez les coqs. Quand la castration est prépubérale, la crête et les barbillons ne se développent pas, et par la suite, les animaux opérés ne chantent point, ne manifestent aucun instinct sexuel ; par contre, aucun ralentissement ne s'observe dans le développement normal ni des caractères mâles du plumage (camail, lancettes, faucilles), ni de l'ergot. Quand la castration est postpubérale, il s'ensuit immédiatement la régression de la crête et des barbillons, la disparition du chant et de l'instinct sexuel ; par contre, le plumage et les ergots ne subissent aucune modification. Voilà pour l'épreuve !

Dans les expériences de contre-épreuve, l'auteur fait réapparaître, chez les castrats, les caractères abolis, soit en transplantant dans le péritoine des fragments frais de parenchyme testiculaire, soit par des injections périodiques d'extrait. La crête et les barbillons grandissent et deviennent rutilants ; l'instinct sexuel reparaît ; la cessation des injections est immédiatement suivie des régressions prévues. Ainsi se trouve rigoureusement démontré que le testicule ne tient sous sa dépendance

1. Voir la *Revue gén. des Sc.* du 15 octobre 1918, t. XXIX, p. 555.

qu'une partie des caractères sexuels secondaires : le plumage et les ergots échappent à son action. Ces résultats sont d'ailleurs pleinement confirmés par les expériences sur les faisans.

Notons qu'au cours de cette première partie, vient une intéressante contribution à la connaissance du siège de la sécrétion interne testiculaire chez les Oiseaux. Différents auteurs, mais surtout Bouin et Ancel, ont décrit sous le nom de glande interstitielle du testicule des amas de cellules intermédiaires aux canaux séminifères, orientées autour des vaisseaux sanguins, et que l'on voit constellées de produits de sécrétion (graisses, pigments, cristalloïdes). La glande interstitielle élabore chez les Mammifères l'harmozone testiculaire. Une telle fonction ne peut être étendue à la glande interstitielle des Oiseaux, et cela pour plusieurs raisons : 1° Chez le poulet et le faisan argenté jeune, le tissu interstitiel est abondant; il disparaît chez l'adulte, au moment où son action paraîtrait devoir être d'une nécessité continue. 2° Chez le faisan doré, le tissu interstitiel est abondant en hiver, c'est-à-dire en période de repos sexuel; en été, au contraire, on n'en trouve que quelques traces dans les carrefours intertubulaires. Il y a donc ici discordance entre le développement de cette glande et l'effet qu'elle devrait avoir. La sécrétion interne testiculaire doit être localisée chez les Oiseaux dans les cellules reproductrices ou, comme l'avait pensé G. Loisel à la suite de ses recherches sur le moineau domestique, dans les éléments de Sertoli.

Dans la deuxième partie de sa thèse, M. Pézard aborde le conditionnement du plumage et des ergots, question qui n'avait point été tranchée au cours de la première partie. Partant des nombreux faits de virilisme (transformation masculine apparente de certaines femelles), il a été amené à pratiquer l'ovariotomie de la poule. Cette opération entraîne l'apparition immédiate des ergots, et, dans la suite, l'apparition des caractères propres au plumage mâle. — L'auteur conclut que les phanères si particuliers des Gallinacés mâles ne doivent pas être considérés comme des caractères sexuels secondaires masculins; c'est, au contraire, leur absence chez la femelle que l'on doit tenir pour un caractère sexuel secondaire féminin. L'ovaire exercerait, en la circonstance, une action empêchante. De ces conclusions ressortent les conditions de l'inversion sexuelle secondaire d'un sujet : il faut d'abord lui enlever par castration les caractères de son sexe, et transplanter ensuite dans ses tissus des fragments de la glande génitale du sexe opposé.

Enfin, une question de très haute importance examinée par l'auteur est celle des relations qui existent entre le foie et les glandes génitales. L'ablation du testicule, qui diminue le glycogène musculaire (Maignon), n'a aucune influence sur le glycogène hépatique. Il est établi, d'autre part (Deflandre), que le foie se charge de graisse au moment de la reproduction. M. Pézard admet que le mâle et le castrat possèdent, au même degré, la propriété d'accumuler des graisses dans leur tissu conjonctif. Chez le mâle, la graisse est mobilisée au moment de la reproduction et se rend dans le foie où elle subit une élaboration qui la rend apte à être utilisée par la glande reproductrice; chez le castrat, cette mobilisation n'a pas lieu, en raison de l'absence des glandes génitales, et l'adiposité générale s'ensuit. On comprend alors pourquoi le foie est, comme l'a établi l'auteur, moins volumineux chez le castrat, où il n'a plus à emmagasiner les graisses, que chez l'entier. Et c'est ainsi que M. Pézard pose le principe d'une interrelation génito-adipo-hépatique. A l'appui de cette manière de voir, je puis citer une observation personnelle contemporaine des recherches de l'auteur (voir R. Anthony : Recherches sur le développement de la circulation chez l'Epinoche. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, juin 1918, page 3, note 2) : j'ai constaté que, sur des Epinoches, des kystes de *Triænophorus* pouvaient, par leur développement, arriver à détruire le foie en très grande partie; dans ces cas, les produits génitaux femelles ne mûrissent pas. Qu'on remarque qu'ici c'est le processus inverse de celui établi par M. Pézard. Ce ne serait point la castration qui déterminerait le déficit hépatique, mais le déficit hépatique qui provoquerait la castration. Les expériences de Pézard sont l'épreuve; mon observation peut devenir le point de départ de contre-épreuves susceptibles de transformer une hypothèse probable en un fait scientifique établi.

Je ne louerai dans cet ouvrage ni le mode de présentation qui en fait un modèle parfait de *thèse* dans le sens grammatical du mot, ni les grandes qualités dont l'auteur fait preuve tant dans le choix de ses observations que dans la conduite de ses expériences. M. Pézard n'est pas seulement un excellent ouvrier de la science; il a le mérite plus rare de s'en montrer un architecte de talent. Ce qui m'a surtout frappé dans la lecture de ce travail, c'est l'esprit de logique qui a présidé à son élaboration. Avec un rare sens critique, l'auteur dissocie les problèmes, les passe au crible d'une analyse qui ne laisse rien échapper, et dont les procédés sont partout visibles; ses graphiques par exemple montrent, dans chaque cas, le moment *précis* où agit la cause *précise*. Si tous les coins de la Biologie étaient ainsi parcourus, combien de termes prétentieux et insignifiants disparaîtraient peu à peu du vocabulaire scientifique qu'ils encombrent; on verrait alors clairement que les mots *anhydrobiose*, *allotrophie* et tous ceux du même genre, loin de contenir la moindre explication, comme paraissent trop souvent le croire ceux qui aiment à les employer, ne désignent en fait que des questions qui restent, comme devant, ouvertes à l'analyse.

R. Anthony.

4° Sciences diverses

Clerget (Pierre), *Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.* — **Manuel d'Economie commerciale** (La technique de l'exportation). *2e édition refondue. — 1 vol. in-18 de 374 p. avec 18 graphiques. (Prix : 6 fr.). Librairie Armand Colin, Paris*, 1919.

La *Revue* a longuement présenté à ses lecteurs la première édition de cet ouvrage[1], qui constitue une exposition raisonnée, animée de l'esprit scientifique, des principes et des méthodes de l'économie commerciale. Entreprises commerciales et industrielles, organisation de la maison de commerce, documentation, publicité, vente, prix, règlements, crédit, banques, transports, douanes, octrois, tels sont les principaux sujets que M. Clerget y traitait avec la compétence particulière qu'il possède.

Aujourd'hui, c'est une seconde édition, entièrement refondue, qu'il nous présente, où il a mis à profit tant les expériences de son enseignement à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon que les enquêtes nouvelles auxquelles il s'est livré. Les graphiques ont été mis au courant des dernières statistiques parues; quelques-uns sont nouveaux. S'inspirant des événements actuels, l'auteur insiste fortement sur les réformes qui s'imposent dans tous les domaines de notre activité commerciale et sur les méthodes d' « offensive économique » qui doivent permettre à la France de reprendre dans le domaine commercial la place à laquelle elle a droit.

Ce livre sera donc lu avec fruit non seulement par les élèves de l'Enseignement commercial et technique auxquels il est plus spécialement destiné, mais par tous les hommes d'affaires.

1. *Rev. gén. des Sc.* du 15 juillet 1910, t. XII, p. 556.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Mars 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Rateau** : *Quantité de mouvement totale et vitesse moyenne du jet de gaz sortant d'un réservoir qui se vide par une tuyère.* L'auteur a montré antérieurement comment on peut calculer, en tenant compte du covolume, les états successifs d'un gaz à haute pression à l'intérieur d'un récipient qui se vide par une tuyère dans une enceinte indéfinie. Il calcule maintenant la quantité de mouvement totale et la vitesse moyenne du jet gazeux depuis le début de l'écoulement jusqu'à la fin. Ce problème se présente dans quelques questions de la technique, en particulier dans celle du recul des canons. — M. **Ch. Rabut** : *Sur la synthèse statique des constructions.* La synthèse statique a pour objet d'assurer à une construction son meilleur rendement en disposant, non seulement de ses dimensions résistantes, mais aussi moyennant l'introduction de dispositifs spéciaux, temporaires ou permanents, de tout ou partie des paramètres vectoriels de la résultante des forces intérieures agissant sur une ou plusieurs sections de l'ouvrage.

2° Sciences physiques. — M. **H. H. Hildebrandsson** : *Réflexions préliminaires sur les mouvements généraux de l'atmosphère.* L'auteur déduit des observations faites depuis 50 ans, sans aucune théorie préconçue, les résultats suivants : 1° Autour de l'équateur thermique, il y a un grand courant E-W. Il est faible en général à la surface terrestre, mais très constant et très fort dans les couches supérieures de l'atmosphère (courant équatorial). 2° Dans les zones tempérées, il règne des courants W-E. 3° Dans les régions supérieures, ces courants sont déviés à droite dans l'hémisphère boréal et à gauche dans l'hémisphère austral. Ces courants supérieurs alimentent les hautes pressions des tropiques. 4° De ces maxima soufflent dans les couches inférieures les alizés du NE et du SE vers l'équateur, et d'autre part les vents du SW-W dans l'hémisphère boréal et du NW-W dans l'hémisphère austral vers les zones tempérées. 5° Les moussons n'appartiennent pas aux mouvements généraux de l'atmosphère; ce sont des perturbations grandioses ne dépassant pas 4.500 m. 6° Dans les régions polaires, il semble que les vents d'E sont fréquents à la surface, les vents de NW-SW dans les régions supérieures. 7° Plus la hauteur est grande, plus les vents d'W sont constants dans les zones tempérées. 8° Un courant supérieur direct de l'équateur vers les pôles n'existe pas, ni un courant inférieur en sens inverse des pôles à l'équateur. 9° Cependant, il y a un échange lent de l'air le long des méridiens, causé par les tourbillons cycloniques et anticycloniques qui se succèdent sans arrêt dans les zones tempérées. En se basant sur ces résultats, l'auteur en déduit un mécanisme général des mouvements de l'atmosphère. — MM. **G. Reboul** et **L. Dunoyer** : *Sur les actions mutuelles des basses pressions et des hautes pressions.* Les auteurs ont trouvé la règle suivante : Lorsqu'il y a, dans le voisinage d'une haute pression, une zone de vents dont les directions, sensiblement parallèles, vont vers l'intérieur de la haute pression, celle-ci est appelée sur la région que couvre la zone de vents. Le coefficient de certitude moyen de la règle est 0,68; il est plus élevé en été qu'en hiver. — M. **A. Baldit** : *Sur les orages de froid et leurs trajectoires.* Les orages de froid, qui se distinguent des orages de chaleur et des orages de dépression, sont dus à l'arrivée d'une vague de froid, constituée par un domaine de basses températures s'avançant sur un front étendu, grossièrement rectiligne, ou d'un noyau de froid, formé par un domaine limité où la baisse de température est nettement plus grande que dans les régions qui l'entourent. Les vagues de froid procèdent généralement du N vers le S, entraînant la zone orageuse qu'elles produisent; mais, dans cette zone, les orages se déplacent du S vers le N, en sens inverse de la vague de froid. — MM. **R. Ledoux-Lebard** et **A. Dauvillier** : *Sur la structure spectrale des rayons J.* Les auteurs ont essayé de mettre en évidence dans le spectre de rayons X du bore les rayons J récemment signalés par Barkla et White dans le spectre de C, O et Al. Mais ils n'ont obtenu aucune indice de ces rayons, soit que, s'ils sont émis avec une intensité appréciable, ils constituent une raie unique qui coïncide avec la discontinuité K de l'argent de la plaque, soit que, plus probablement, l'émissivité J du bore soit excessivement faible et hors de proportion avec l'émissivité K. — M. **H. Copaux** : *Traitement du béryl pour en extraire la glucine.* La méthode de l'auteur consiste essentiellement à désagréger le béryl par le fluosilicate de sodium à 850° environ. La silice reste inattaquée; la glucine donne de la silice et du fluorure de glucinium qui se fixe sur le fluorure de sodium à l'état de fluoglucinate de sodium GlF^4Na^2, sel soluble dans l'eau. L'alumine, par une réaction analogue, se transforme en fluoaluminate de sodium, AlF^6Na^3, mais à peine soluble dans l'eau. Il suffit donc de traiter par l'eau bouillante pour rassembler toute la glucine en solution. — M. **L. Benoist** : *Dosage de l'ozone.* Si, dans un flacon d'oxygène faiblement ozonisé, on introduit quelques cm^3 d'une solution très diluée de fluorescéine, on constate, après quelques secondes d'agitation, la disparition intégrale de la fluorescence, avec décoloration complète du réactif. Cette réaction est très sensible et se prête au dosage de petites quantités d'ozone, la réaction ayant lieu entre 2 molécules d'ozone et 1 de fluorescéine.

3° Sciences naturelles. — M. **J. L. Dantan** : *La structure de la mésoglée et l'origine des cellules sexuelles du* Parantipathes larix. *La question du feuillet moyen chez les Coelentérés.* Chez le *Parantipathes larix*, la lamelle de soutien non seulement n'est pas anhyste, comme l'a prétendu Brook, mais encore n'est pas formée par l'un des deux feuillets primordiaux : elle provient de l'activité propre des cellules qu'elle renferme ou de celles qui l'a tapissent. De plus, dans cette espèce, et vraisemblablement dans tout le groupe, il existe, entre l'ectoderme et l'endoderme, un tissu conjonctif typique, qui forme un véritable feuillet moyen (*mésenchyme*) au sens large du mot. L'auteur admet, chez tous les Coelentérés, l'existence d'un feuillet moyen qui donne naissance aux produits génitaux. — M. **F. d'Hérelle** : *Du rôle du microbe filtrant bactériophage dans la fièvre typhoïde.* Dans 28 cas de fièvre typhoïde étudiés par l'auteur, et sans exception, l'amélioration définitive a toujours coïncidé avec l'apparition, dans les fèces, d'un pouvoir bactéricide extrêmement énergique pour le bacille pathogène. Ce pouvoir bactéricide, cultivable en série en dehors de l'organisme, ne peut être attribué, en l'état actuel de nos connaissances, qu'à un microorganisme antagoniste.

Séance du 31 Mars 1919

M. **Eug. Cosserat** est élu membre non résidant, en remplacement de M. Bazin, décédé.

1° Sciences physiques. — M. **G. Guilbert** : *Sur quelques exemples de « compression de cyclone ».* L'auteur déduit de ses observations : 1° qu'il y a une relation directe entre les variations de pression et les vents courants de surface, à l'exclusion des vents de montagne ou supérieurs; 2° que la destruction et l'aggravation des cyclones sont, pour ainsi dire, causées par la convergence ou la divergence des vents de surface; 3° que, sous toutes les latitudes, l'évolution des cyclones

est liée à des causes mécaniques, sans qu'il soit aucunement nécessaire de faire intervenir des actions thermiques, hygrométriques ou extra-terrestres : lunaire, solaire ou planétaire. — MM. **Ch. Chéneveau** et **R. Audubert** : *Sur l'absorption par les milieux troubles. Dispersion par diffusion intérieure.* L'étude de la variation de l'exposant n de la longueur d'onde, dans la formule obtenue en transformant celle de Lord Rayleigh pour des milieux à grosses particules (1 μ à 12 μ), montre que cet exposant dépend à la fois de la grosseur et du nombre des particules. Il peut, en outre, prendre des valeurs indifféremment positives ou négatives suivant que le bleu est plus ou moins dispersé que le rouge. — M. **P. Vaillant** : *Sur la production d'un courant continu par application d'une f. é. m. alternative à un voltamètre à électrodes de platine.* Une cuve à électrodes de même nature, mais d'inégales dimensions, fonctionne toujours plus ou moins comme redresseur, même avec des courants très faibles. Avec un voltamètre à électrodes de platine, la polarisation, d'abord négative et sensiblement égale pour les deux électrodes, diminue lorsque la f. é. m. alternative appliquée augmente, devient positive et va en croissant de plus en plus. Mais elle varie plus vite pour la petite électrode que pour la grande, en sorte que la première devient positive par rapport à la seconde, la différence $e_1 - e_2$ des polarisations devenant de plus en plus grande. — M. **Alb. Colson** : *Théorie de la solubilité.* L'auteur a établi une nouvelle formule rationnelle de la solubilité : $425\,L = T(V + \varepsilon)\, i \frac{dC}{dT}$, où le travail de transformation à T°, mesuré par la chaleur de saturation L, est relié non seulement à la contraction ε du système final comme dans tout changement d'état, mais encore au volume V de solvant que sature la molécule dissoute. L'importance de cette nouvelle variable V est considérable, car cette quantité, toujours positive et supérieure à la contraction ε, caractérise la solubilité d'un corps défini, tandis que la concentration ou poids de sel anhydre peut correspondre à divers degrés d'hydratation. — MM. **P. Sabatier** et **G. Gaudion** : *Déshydrogénation catalytique par le nickel en présence d'hydrogène.* Si l'on dirige sur une colonne de nickel à 350°-360° des vapeurs de pinène entraînées par de l'H, on recueille un mélange d'hydrocarbures benzéniques (cumène et surtout cymène) et d'un hydrocarbure saturé (menthane). Il y a donc eu simultanément hydrogénation et déshydrogénation; mais la présence d'H est indispensable pour que la réaction s'effectue. La même réaction simultanée a été appliquée à d'autres composés : limonène, camphène, cyclohexanol, pulégone, etc. La réaction de déshydrogénation sur Ni en présence d'H paraît devoir être avantageuse pour la production de benzols à partir de l'essence de térébenthine. — M. **J. Martinet** : *Sur la mobilité des atomes d'hydrogène dans les molécules organiques. Action de la phénylhydrazine sur les dioxindols.* Bien que le groupe carbonyle des dioxindols ait un caractère lactamique et non cétonique, ces corps ont une structure moléculaire qui rappelle celle des alcools α-cétoniques. Or on sait que la phénylhydrazine agit sur cette classe de composés pour donner des diphénylhydrazones ou osazones. Il doit en être de même avec les dioxindols, et l'expérience a confirmé cette manière de voir. L'auteur a préparé, entre autres, l'isatine-phénylhydrazone, F. 211°, la 5-méthylisatine-phénylhydrazone, F. 268°, la 5 : 7-diméthylisatine-phénylhydrazone, F. 272°. — MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel** : *Application de la méthode biochimique à l'étude de plusieurs espèces d'Orchidées indigènes. Découverte d'un glucoside nouveau, la loroglossine.* Par l'action successive de l'invertine et de l'émulsine sur l'extrait aqueux de *Loroglossum hircinum*, les auteurs ont décelé la présence dans cette plante : de sucre de canne, d'un principe dextrogyre inattaquable par les ferments, d'un glucoside lévogyre, F. 137°, hydrolysable par l'émulsine et par l'acide sulfurique étendu chaud. — M. **A. Jauffret** : *La détermination des bois de deux* Dalbergia *de Madagascar d'après les caractères de leurs matières colorantes.* La poudre de bois de *Dalbergia Perrieri* (ou *manipika*), après 24 h. de séjour dans l'alcool à 95°, donne une solution qui, filtrée, est rouge, mais devient : orangée par l'acide sulfurique, brun orangé foncé par NaOH et NH^3, rouge orangé par le perchlorure de fer. Dans les mêmes conditions, la solution de *D. ikopensis* (*manary*) est orangée après filtration, mais ne change pas de teinte par l'acide sulfurique, tandis qu'elle devient orangé brun par NaOH, NH^3 et le perchlorure de fer. Ces réactions et d'autres sont très constantes et peuvent servir à différencier les deux bois.

2° Sciences naturelles. — M. **A. Lacroix** : *Les laves leucitiques de Trébizonde et leurs transformations.* Les roches de Trébizonde peuvent être divisées en deux groupes : l'un caractérisé par la présence d'un feldspathoïde de la famille sodalite-haüyne, l'autre par la leucite. Les roches leucitiques (leucittéphrites, leucitites) présentent presque sans exception une prédominance de la soude sur la potasse, indice d'une épigénie de la leucite par l'analcime due à l'action des circulations d'eaux superficielles. Cette métasomatose est sans doute l'une des causes de l'extrême rareté des roches à leucite reconnaissables dans les formations paléozoïques. — MM. **Ch. Barrois** et **P. Pruvost** : *Les divisions stratigraphiques du Terrain houiller du Nord de la France.* Les auteurs, en mettant en œuvre tous les débris organiques, tant de la flore que des faunes terrestre, aérienne, limnique ou marine, ont délimité, dans le Terrain houiller du Nord de la France, un certain nombre de faisceaux, qui se retrouvent constants à peu près dans tout le bassin. Ils se groupent comme suit : Assise de Bruay, à *Anthracomya Phillipsi* Will. : *a*) faisceau d'Edouard (350 m.), *b*) faisceau de Dusouich (200 m.), *c*) faisceau d'Ernestine (175 m.); Assise d'Anzin, à *Naiadites carinata* Sow. : *a*) faisceau de Six-Sillons (250 m.), *b*) faisceau de Cuvinot (300 m.), *c*) faisceau Meunière (200 m.); Assise de Vicoigne, à *Estheria striata* Münst. : *a*) faisceau de Modeste (250 m.), *b*) faisceau d'Olympe (150 m.), *c*) grès de Fline; Assise de Flines : *a*) faisceau de Flines (200 m.), *b*) ampélites de Bruille (70 m.). — M. **H. Douvillé** : *Les Nummulites : évolution et classification.* L'auteur reconstitue, d'après les découvertes les plus récentes, les grandes lignes de l'évolution des Nummulites. Celle-ci semble avoir dépendu de deux facteurs : tout d'abord des conditions ambiantes plus ou moins favorables, puis de l'énergie ou de la vigueur des individus, permettant à certains d'entre eux seulement de profiter de ces conditions; ainsi se produit l'évolution ascendante, qui peut s'arrêter brusquement lorsque la croissance a été trop rapide ou exagérée, et dans ce cas le rameau meurt aussitôt après avoir atteint son maximum. Mais il peut arriver que la sève s'épuise; alors le rameau décline, puis dépérit peu à peu avant de s'éteindre tout à fait. Quant à la naissance des rameaux, elle semble bien résulter d'une adaptation aux conditions de vie : ils apparaissent à l'origine comme des *races*, épaisses, minces, ou naines : celles-ci persistent plus ou moins longtemps, puis évoluent à leur tour. — M. **L. Daniel** : *Recherches sur le développement comparé de la laitue au soleil et à l'ombre.* Contrairement à ce qui se passe pour la campanule, la lumière atténuée transforme les feuilles orbiculaires de la rosette en feuilles allongées; en même temps, elle nuit à la formation de la pomme d'autant plus que la lumière est plus réduite. Mais, dans les limites de l'optimum d'éclairement, la lumière ne permet d'obtenir le maximum de développement qu'à la condition d'assurer l'harmonie complète des autres facteurs, en particulier du régime de l'eau : de là, les bons effets de l'arrosage capillaire continu. — M. **H. Colin** : *Utilisation du glucose et du lévulose par les plantes supérieures.* L'auteur a constaté que, dans les tiges et feuilles étiolées de betterave, de topinambour et de chicorée, le glucose est en excès sur le lévulose. Cette observation confirmerait l'hypothèse

de Brown et Morris d'après laquelle le glucose serait brûlé dans la cellule normale de préférence au lévulose. — MM. **Ch. Richet** et **H. Cardot** : *Mutations brusques dans la formation d'une nouvelle race microbienne.* Les auteurs ont étudié jour par jour, pendant plus de 4 mois, la modification qu'exerce un milieu arsenical sur la fonction essentielle (formation d'acide lactique) d'un micro-organisme (ferment lactique). Ils ont constaté sur ce bacille des mutations brusques, liées directement aux modifications du milieu extérieur, et caractérisées par l'accoutumance forte et stable au milieu toxique. Ces mutations brusques, même dans le milieu modificateur, sont suivies d'un retour *presque complet*, mais *non complet*, à l'ancienne forme. Après chaque mutation persiste un *résidu de mutation*, notable et stable. Il s'agit bien là d'une race nouvelle, malgré l'identité des caractères morphologiques, par ce fait qu'elle pousse très bien dans un milieu très toxique pour toute autre race, même après 9 passages sur milieu normal. — M. **G.-A. Boulenger** : *Un cas intéressant de dimorphisme sexuel chez un Serpent africain* (Bothrolycus ater *Gunther*). Ruthven a montré qu'en général il y a tendance à la réduction du nombre des séries longitudinales d'écailles du corps des Ophidiens chez les mâles, et l'auteur a confirmé le fait pour la Vipère du Nord. Il vient de reconnaître qu'un serpent assez rare, le *Bothrolycus ater* du Cameroun, présente constamment 17 séries d'écailles chez les mâles et 19 chez les femelles. C'est un exemple unique jusqu'ici de caractère sexuel secondaire fixé chez cette espèce. — M. **E. Esclangon** : *Sur les sensations physiologiques de détonation.* Pour l'auteur, une courte mais très brusque variation de pression, survenant dans une atmosphère initialement en repos, ne peut provoquer dans l'oreille de phénomènes de résonance interne, puisque la perturbation peut ne comporter ni périodes, ni durée bien définie. Mais si la variation manométrique est suffisamment rapide, l'organe tout entier se trouve ébranlé, comme les touches d'un piano qui seraient frappées simultanément. La sensation perçue sera précisément celle d'une *détonation*, d'autant plus vive que la percussion aura été plus puissante et plus brusque. On conçoit que, dans ces conditions, aucune hauteur musicale ne puisse être associée à l'impression reçue. — MM. **Ad. Bayet** et **Aug. Slosse** : *L'intoxication arsenicale dans les industries de la houille et de ses dérivés (intoxication houillère arsenicale).* Les auteurs ont reconnu que les symptômes cardinaux de la maladie qui frappe les ouvriers des fabriques de brai : hyperpigmentations, hyperkératoses, cancer cutané à localisation génitale, fréquemment multiple, d'apparition précoce, se retrouvent avec leurs caractères essentiels dans l'arsenicisme chronique. Cette constatation est confirmée par la démonstration de la présence d'arsenic dans le brai et, d'une façon générale, dans tous les dérivés de la houille : goudron et ses sous-produits, asphalte, noir de fumée. Il y a donc une intoxication arsenicale professionnelle très répandue, frappant un très grand nombre d'ouvriers et ayant la houille comme point de départ.

ACADEMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Mars 1919

M. **G. Thibierge** présente un Rapport sur un mémoire du Dr **R. Le Clerc** relatif à l'*alcoolisme et l'aliénation mentale chez la femme dans le département de la Manche.* L'auteur a eu la patience de relever les diagnostics des femmes entrées dans les asiles d'aliénés du département de la Manche de 1886 à 1915. De 1886 à 1895, sur 210 entrées, on comptait 13 cas d'aliénation mentale dérivant de l'alcoolisme, soit 6,19 %; de 1896 à 1905, sur 255 entrées, 25 sont imputables à l'alcoolisme, soit 9,8 %; de 1906 à 1915, sur 352 entrées, 82 sont dues à l'alcoolisme, soit la proportion considérable de 23,29 %, près de quatre fois celle de 1885 à 1895. C'est une nouvelle et effrayante contribution à l'étude des méfaits de l'alcool en Normandie. — M. **Ch. Achard** : *La grippe des nourrissons.* La grippe chez les nourrissons est loin d'être exceptionnelle, comme on l'a cru; l'auteur en a observé 32 cas dans une petite crèche d'hôpital. Elle se présente sous des formes diverses et avec une gravité variable. Le nourrisson ne jouit donc pas à son égard d'une immunité réelle; il paraît seulement moins exposé aux contagions du dehors, la transmission se faisant pour lui surtout par sa mère. — M. **Belin** : *Traitement des lymphangites contagieuses du cheval par la pyothérapie.* L'auteur montre que les lymphangites contagieuses du cheval, dont on connaît la très inquiétante extension au cours de la guerre, ont trouvé dans la pyothérapie (injection sous-cutanée du pus des abcès stérilisé par l'éther) une méthode de traitement qui s'applique à toutes les formes de l'affection, permettant de lutter contre les lésions les plus petites et les plus dissimulées; partant, elle est nettement supérieure à tous les procédés employés jusqu'à présent, sans cependant être incompatible avec aucun d'eux.

Séance du 25 Mars 1919

M. le Président annonce le décès de M. **L. Hallopeau**, membre de l'Académie. — M. **A. Calmette** est élu membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale.

M. **H. Hartmann** présente un Rapport sur un mémoire du Dr **Aug. Lumière**, intitulé : *Considérations sur le problème du cancer. Plan d'expériences.* L'auteur, tout en tenant compte des diverses modifications de tissus étudiées par Ménétrier sous le nom d'état précancéreux, ne voit dans ces différents états que la formation d'un terrain permettant le développement d'agents virulents. Il se rapproche des idées soutenues par Borrel. Comme ce dernier, il admet que la pénétration du parasite dans les cellules normales de l'économie leur confère des propriétés nouvelles, celles de la cellule cancéreuse. Allant encore plus loin, il arrive à la conclusion que le parasite doit être un Protozoaire. Cette théorie, très séduisante, ne repose encore que sur des hypothèses; des recherches nouvelles sont nécessaires. L'auteur suggère 37 séries d'expériences à faire pour élucider le problème. — L'Académie entreprend la discussion du rapport de M. Bezançon concernant *la déclaration obligatoire de la tuberculose.* M. **H. Vincent** se montre partisan de cette mesure qui constitue à ses yeux l'instrument fondamental de la lutte contre la tuberculose, lutte d'autant plus nécessaire que la France est aujourd'hui à la tête des pays frappés par le mal. En 1912, la mortalité par tuberculose pour 100.000 habitants était : en France, 211; en Angleterre, 137; en Italie, 149; en Suisse, 205; en Espagne, 149; aux Pays-Bas, 142. Le chiffre total des décès par tuberculose, en 1913, a été en France de 84.443, chiffre auquel il faut ajouter la plupart des décès par bronchite chronique (15.277), pleurésie chronique, etc. Aujourd'hui la déclaration obligatoire de la tuberculose existe en Suisse, Norvège, Danemark, Angleterre, Italie, Ecosse, Saxe, Allemagne, au Brésil et aux Etats-Unis; le corps médical, qui y avait fait partout, au début, la plus violente opposition, s'y est aujourd'hui complètement rallié. L'exemple de ces mêmes pays montre également que la déclaration obligatoire n'a pas eu pour effet de rendre plus pénible le sort des malades, ni d'en faire des proscrits de la société. M. **P. Reynier** est d'un avis absolument opposé; il ne croit ni à l'utilité, ni à l'efficacité de la déclaration obligatoire; tout au plus accepterait-il la déclaration facultative avec assentiment du malade. Pour lui, seules les mesures prophylactiques peuvent avoir des résultats rapides, et on peut les prendre sans avoir recours à la déclaration. Ces mesures consistent dans la lutte contre l'alcoolisme et les débits de boissons; dans l'enseignement de l'hygiène dans les écoles; dans la lutte contre les logements insalubres; dans la création de cités ouvrières hors des grands centres; dans le développement de l'œuvre de Grancher permettant de faire

vivre à la campagne des enfants menacés de tuberculose; dans la désinfection obligatoire par le propriétaire de tout logis loué à un nouveau locataire; dans la fondation par l'Etat d'assurances sociales contre les maladies. — MM. **A. Loir** et **H. Legangneux** : *Le cancer au Havre.* La statistique du Bureau d'Hygiène du Havre et l'examen des casiers sanitaires des maisons prouvent qu'il existe des groupes d'immeubles paraissant être le centre de foyers cancéreux. Un certain nombre de ces quartiers à cancers présentent des caractères communs; ils semblent situés le long d'une nappe d'eau qui provient des sources coulant de la falaise et descendant dans la partie basse de la ville; de plus, ils sont situés près de marchés, ou de grandes écuries, ou de magasins à fourrage, c'est-à-dire en des points où les rats pullulent. L'humidité du sol ne serait-elle pas une condition nécessaire à la conservation de la virulence des germes, tandis que les rats en seraient les véhicules?

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Mars 1919

MM. **Ch. Lesieur, P. Jacquet** et **Pintenet** : *Procédé simplifié de coloration des crachats tuberculeux.* La préparation, recouverte de violet phéniqué, est exposée 3 minutes à la veilleuse d'un brûleur, puis portée sous un filet d'eau. On décolore à l'alcool. On colore le fond avec un rouge quelconque. — M. **G. Linossier** : *Développement de* l'Oidium lactis *en milieu artificiel : influence de la quantité de semence sur le poids de la récolte.* Au début de la végétation, les récoltes dans des bouillons de culture identiques et inégalement ensemencés se développent suivant une loi logarithmique proportionnellement aux quantités de semence. Mais très rapidement les poids des récoltes tendent à s'égaliser; cette tendance est très manifeste dès que la récolte devient pondérable. — MM. **Ch. Lesieur** et **P. Jacquet** : *Coloration élective du sang paludéen.* Technique applicable à tous les colorants hématologiques à base d'éosinates et d'azur. Fixation préalable à l'alcool absolu. Coloration rapide en verre de montre et en solution faiblement diluée. La neutralité de l'eau doit être parfaite. Les préparations sont d'une transparence particulière et conviennent très bien de ce fait à la recherche des hématozoaires. — M. **P. Remlinger** : *Accidents paralytiques étrangers au virus au cours de l'immunisation antirabique du lapin.* On peut observer chez le lapin, auquel il est injecté sous la peau de grandes quantités de substance nerveuse rabique homologue traitée ou non par un agent d'atténuation, des accidents paralytiques rappelant ceux qui ont été notés chez l'homme au cours du traitement pasteurien. Les passages étant négatifs, il reste à incriminer la toxine rabique ou un poison de la substance nerveuse normale. — M. **Cl. Regaud** : *Mitochondries et symbiotes.* Entre les mitochondries et les microbes, il n'y a que des différences de propriétés, sauf des ressemblances de formes et quelquefois une similitude de réaction tinctoriale qui n'ont qu'une très minime importance. On ne saurait donc admettre avec Portier que les mitochondries sont des bactéries symbiotiques. — M. **E. Rétif** : *Différences dans l'action des poisons et des anesthésiques sur la grenouille normale ou anesthésiée par la chaleur.* 1° L'anesthésie thermique est prolongée par l'atropine, la pilocarpine et par les poisons en général. 2° Il y a antagonisme entre l'atropine et la pilocarpine relativement à leur influence sur le sommeil thermique. 3° Le chloroforme prolonge la durée du sommeil thermique; l'atropine et la pilocarpine ne prolongent pas l'anesthésie chloroformique chez la grenouille. — M. **F. Dévé** : *La colique hépatique hydatique envisagée au point de vue doctrinal.* C'est une colique hépato-cholédocienne; la vésicule biliaire n'intervient que très accessoirement dans son processus. Les phénomènes inflammatoires péricholécystique et angiocholitique ne jouent qu'un rôle secondaire. Au corps étranger migrateur revient le rôle pathogène primordial. La douleur est liée à la brusque mise en tension de l'appareil biliaire. — MM. **Ed. Lesné, P. Brodin** et **F. Saint-Girons** : *Autoplasmothérapie de la grippe.* Si on injecte à un grippé son propre plasma, on observe des effets identiques à ceux qui suivent l'injection intraveineuse de plasma de convalescent ou de plasma normal, c'est-à-dire une réaction assez vive suivie généralement d'une défervescence ou passagère ou définitive. L'autoplasma ne semble pas avoir d'action spécifique; il agit comme une albumine étrangère. Il ne détermine pas d'accidents sériques à distance; il est peu toxique et n'est pas anaphylactisant. — M. **G. Marinesco** : *Oxydases et peroxydases des tissus.* A mesure que le cytoplasma se développe, le fer diminue dans le noyau et augmente dans le protoplasma. Les images obtenues par la méthode de Nissl et par celle de Perls se superposent. Dans la chromatolyse, qui n'est autre qu'un changement de la réaction du milieu, le fer est attaché aux granulations colloïdales. Le fer joue sans doute le rôle d'un catalysateur qui accélère les oxydations de la cellule nerveuse et de la myéline si riche en lécithine. En faisant usage du monochlorhydrate de benzidine et de l'eau neutre, l'auteur a constaté la réaction de peroxydases dans les centres nerveux, le rein, les muscles, etc.

Séance du 22 Mars 1919

M. **André Thomas** : *Les réactions pilomotrices et les réflexes pilomoteurs dans les blessures de la moelle.* Il existe chez l'homme des centres pilomoteurs pour les membres supérieurs dans les IV, V, VI, VIIe segments dorsaux, des centres pilomoteurs pour les membres inférieurs dans les IX, X, XI, XIIe segments dorsaux et le 1er lombaire. Un segment spinal innerve plusieurs ganglions sympathiques au-dessus et au-dessous du ganglion qui lui correspond. L'étude des réactions et des réflexes pilomoteurs peut fournir des indications utiles sur l'état anatomique du segment sous-lésionnel de la moelle et de la chaîne sympathique. — M. **F. Masmonteil** : *Déplacements du cubitus au cours de la rotation antibrachiale.* Ils se produisent, selon les classiques, par des mouvements d'extension et de flexion au niveau du coude, associés à des mouvements de latéralité. Or les mouvements de latéralité ne peuvent se produire dans une articulation serrée comme l'articulation du coude. Ce qui se produit, c'est une rotation humérale, comme les expériences sur le cadavre et sur le vivant le prouvent. Ainsi s'explique la limitation de la rotation antibrachiale à la suite des ankyloses de l'épaule. — M. **F. Dévé** : *Hydatidémèses et hydatidentérie. Valeur séméiologique de ces deux symptômes.* Le rejet d'hydatides par le vomissement ou par les selles est généralement attribué à l'ouverture d'un kyste hydatique dans le tube digestif (estomac, duodénum, côlon). Une étude critique de plus de 150 observations a amené M. Dévé à la conclusion que, dans la majorité des cas, on a affaire à une élimination hydatique vatérienne, liée à l'évacuation d'un kyste hépatique dans les voies biliaires. — MM. **Ch. Lesieur** et **Paul Jacquet** : *Sur une méthode de coloration élective du sang paludéen.* Technique applicable à tous les colorants hématologiques à base d'éosinates et d'azur. Fixation à l'alcool absolu. Coloration rapide en verre de montre et en solution faiblement diluée. Nécessité de n'employer pour la dilution qu'une eau parfaitement neutre et que l'on obtient telle par une redistillation fractionnée de l'eau déjà distillée dont on dispose. Les préparations obtenues sont d'une transparence particulière et conviennent très bien de ce fait à la recherche des hématozoaires. — M. **J. Chaussin** : *Etude comparée de la digestion du son meunier par le chien et par le lapin.* Le lapin digère environ 75 % du son meunier, alors que le chien en digère seulement 50 %. Les résidus de son ayant traversé le tube digestif sont peu déminéralisés chez le lapin et beaucoup plus chez le chien, ce qui fait penser à la différence d'acidité de leurs sucs digestifs. Les résidus du son ayant traversé le tube digestif du chien sont plus

appauvris en azote s'il s'agit du son meunier qu'avec des enveloppes de blé entières obtenues par simple écrasement du blé après trempage dans l'eau qui n'ont pas subi les traumatismes des opérations de meunerie. Des expériences antérieures en collaboration avec M. Lapicque ont montré que l'homme digère les enveloppes de blé à peu près comme le chien. — M. G. **Métivet** : *La répartition de la sécrétion dans le duodénum et le jéjunum du chien normal et du chien ayant subi l'exclusion du duodénum.* Chez le chien normal, il y a autant de sécrétion dans le jéjunum que dans le duodénum. Chez le chien à duodénum exclu, il y a, dans les premiers mois qui suivent l'opération, une diminution notable de la sécrétion dans le duodénum et dans le jéjunum. — M. A. **Bréchot** : *Valeur comparée de l'éthérisation et de la chloroformisation.* La fréquence du pouls, l'amplitude du pouls et la pression maxima sont augmentées dans l'éthérisation, diminuées dans la chloroformisation; la pression minima est le plus souvent légèrement augmentée dans l'éthérisation, reste sans changement dans la chloroformisation.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Mars 1919

M. **Eug. Bloch** : *Sur la théorie des chaleurs spécifiques des corps solides.* L'hypothèse des quanta de Planck peut s'exprimer en écrivant que l'énergie attachée à certaines variables qui définissent l'état d'un système est un multiple d'une quantité élémentaire $\varepsilon = h\nu$ (ν est la fréquence de vibration correspondant aux variables considérées, et h une constante universelle égale à 6,6. 10^{-27} C. G. S.). Une difficulté se présente dans les applications pratiques pour le choix des variables à *quantifier*, et elle a donné lieu récemment à des travaux intéressants de Planck et de Sommerfeld. Sommerfeld a proposé, pour résoudre cette difficulté, une hypothèse générale[1], qui se justifie par son succès dans l'explication théorique de l'effet Stark. L'auteur montre que l'hypothèse de Sommerfeld était déjà contenue implicitement dans certaines théories antérieures fondées sur les quanta, en particulier dans la théorie des chaleurs spécifiques des corps solides donnée par Einstein en 1907[2]. Le succès de la théorie d'Einstein est une preuve de l'exactitude de cette hypothèse, tout à fait indépendante des résultats de Sommerfeld lui-même. Il semble donc bien que la *quantification* de l'énergie doive porter, comme le veut cette hypothèse, non sur l'énergie d'un vibrateur élémentaire, mais sur chaque portion de cette énergie attachée au groupe formé par une coordonnée de position et le moment correspondant.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 14 Mars 1919

MM. **P. Nicolardot** et **Lévi** : *Dosage volumétrique du manganèse dans les aciers ordinaires et les aciers spéciaux au chrome et au tungstène.* Les auteurs ont étudié la méthode de dosage volumétrique du Mn dans les fontes et aciers par une solution titrée d'acide arsénieux après oxydation du Mn à l'aide d'un persulfate, en présence de nitrate d'argent. Ils ont reconnu que le permanganate est détruit sous l'action de la chaleur en présence des acides, et que les persulfates, loin d'accélérer cette réduction, semblent au contraire la retarder. L'action de l'acide nitrique est plus néfaste que celle de l'acide sulfurique. Aussi doit-on éviter le plus possible, dans l'attaque de la fonte et de l'acier, l'emploi de l'acide nitrique. Pour n'avoir pas à préparer un trop grand nombre de liqueurs titrées, les auteurs se servent d'une solution saturée de sulfate d'argent. Pour une même quantité de manganèse, l'oxydation, qui a lieu déjà à froid, est d'autant plus rapide que les quantités de persulfate et de sel d'argent mises en œuvre sont plus fortes. La vitesse est encore plus grande quand il s'agit de vérifier un dosage sur une liqueur déjà titrée, parce que le manganèse ne paraît pas être ramené à l'état de protoxyde sous l'action de l'acide arsénieux. Aussi, en présence de chrome, y a-t-il réoxydation très rapide du manganèse, à cause de la présence d'un excès de persulfate. Il faut, par suite, pour obtenir un titrage exact que la teneur de l'acier en manganèse soit de 1 % au moins. Il convient donc d'ajouter aux aciers spéciaux une quantité connue de manganèse sous la forme même sous laquelle il sera dosé, c'est-à-dire à l'état de permanganate. Dans le cas des aciers au tungstène, il est possible d'empêcher la précipitation de l'acide tungstique par l'addition d'acide phosphorique qui forme un complexe stable et qui n'attaque pas les récipients, comme le fait l'acide fluorhydrique. — MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy** : *Sur une réaction très sensible du cuivre* (voir p. 223). — M. **Ch. Féry** : *Sur la théorie de l'accumulateur au plomb* (voir la *Rev. gén. des Sc.* des 15 juin 1916, p. 328; 15 déc. 1916, p. 700, et 15 déc. 1918, p. 687). — M. **O. Bailly** : *Action des iodures alcooliques sur le phosphate trisodique en solution aqueuse.* L'auteur a fait réagir, sur le phosphate trisodique en solution aqueuse, les iodures de méthyle, d'éthyle, d'allyle, de propyle, d'isopropyle et d'isobutyle. Il se forme, dans tous les cas, le monoéther phosphorique correspondant :

$$PO(O.Na)^3 + RI = PO(ONa)^2O.R + NaI,$$

en même temps que très peu de diéther :

$$PO(O.Na)^3 + 2RI = PO(O.Na)(O.R)^2 + 2NaI,$$

tandis qu'il y a saponification d'une notable proportion de l'iodure alcoolique mis en œuvre. La réaction peut être effectuée vers 50° avec les iodures de méthyle et d'allyle, tandis qu'il faut chauffer vers 100° dans le cas des autres iodures. Le rendement en monoéther est variable et il diminue notablement au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série des iodures alcooliques : de 72,5 % avec ICH^3, il tombe à 10,5 % avec $ICH^2.CH.(CH^3)^2$. L'auteur a préparé un certain nombre de monoalcoylphosphates alcalins et alcalino-terreux non encore décrits, et il a pu dégager, de l'étude de ces derniers sels, certaines observations relatives à leur teneur en eau de cristallisation.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Février 1919

MM. **P. F. Frankland**, **F. Challenger** et **N. A. Nicholls** : *La préparation de la monométhylamine au moyen de la chloropicrine.* Les auteurs préparent la monométhylamine en réduisant la chloropicrine par le fer et de très faibles quantités d'HCl. On obtient le meilleur rendement en monométhylamine à 98,5 % en employant les proportions suivantes : chloropicrine, 25 gr.; fer, 50 gr.; eau 200 cm³; HCl, 32 cm³. L'emploi de la quantité théorique d'HCl donne lieu à la production intense de NH^3. On verse la chloropicrine dans le mélange d'acide et de fer; après réduction, on ajoute NaOH et on distille la base à la vapeur. La méthode convient fort bien à la préparation de grandes quantités de monométhylamine, pour la fabrication du tétryl, de l'adrénaline, etc. *Préparation de la monométhylaniline.* Les mêmes auteurs ont essayé d'autre part de préparer la monométhylaniline par réduction de la méthylène-aniline, obtenue en condensant l'aniline avec la formaldéhyde. Un excès de formaldéhyde donne lieu à la formation d'une grande quantité de diméthylaniline. Les auteurs ont également essayé de préparer la monométhylaniline en chauffant l'aniline et l'alcool méthylique en autoclave ou en tube scellé à 180° C., ou par l'action du chlorhydrate d'aniline sur la diméthylaniline, ou encore par action du chlorhydrate de diméthylaniline sur l'aniline. Les

1. Sommerfeld : *Ann. der Physik*, t. L, 1916, p. 385. Voir sur les travaux de Sommerfeld l'article de M. Léon Bloch : Quelques récents progrès de la Physique, dans la *Rev. gén. des Sc.* des 30 mars et 15 avril 1918.

2. Einstein : *Ann. der Physik*, t. XXII, 1907, p. 180.

rendements ne sont pas très élevés; la première méthode est la meilleure et donne de 51 à 56 °/₀ du monodérivé.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Section du Yorkshire

Séance du 16 Décembre 1918

M. S. F. Dufton : *Les limites de séparation par distillation fractionnée : une nouvelle colonne rectificatrice.* Le trait caractéristique de la nouvelle colonne est l'existence d'un espace annulaire entre les tubes intérieur et extérieur, espace rempli par un fil enroulé en spirale autour du tube intérieur; ce fil a le double but de maintenir le tube dans sa position et de fournir un trajet au liquide descendant, qui ne se mêle pas aux vapeurs ascendantes. On estime généralement que la séparation de benzène chimiquement pur d'un mélange de benzène et de toluène est une tâche impossible à réaliser. L'auteur montre qu'il n'en est rien et que cette séparation s'effectue très facilement grâce à son appareil.

Séance du 13 Janvier 1919

M. H. M. Dawson : *Le sulfate de sodammonium, un nouvel engrais.* L'idée de la fabrication de ce nouvel engrais est résultée de la rareté de l'acide sulfurique pendant la guerre. Le sulfate de sodammonium, $Na^2SO^4(NH^4)^2SO^4.4H^2O$ se forme par action du sel de Glauber sur le sulfate d'ammonium à la température ordinaire, et peut être obtenu par cristallisation de solutions aqueuses contenant les deux sulfates dans des conditions convenables de température et de concentrations relatives. Les solutions des deux sulfates obtenues en neutralisant le bisulfate de soude ou des mélanges de bisulfate de soude et d'acide sulfurique, peuvent donner soit du sel de Glauber et du sulfate d'ammonium, soit du sulfate de sodammonium. Dans le premier cas, la séparation du sel de Glauber est obtenue par cristallisation à basse température, et la liqueur-mère, contenant le sulfate d'ammonium en assez grand excès, est évaporée aux environs de 100°, avec dépôt de cristaux de sulfate d'Am, jusqu'à ce que le rapport du sulfate d'Am au sulfate de Na dans la solution chaude soit tombé à environ 2,7 : 1. Dans le second cas, les solutions neutralisées, qui doivent contenir un excès de sulfate d'Am, sont mises à refroidir à la température ordinaire, ce qui provoque la séparation du sel double à l'état pur. La liqueur mère qui reste après l'enlèvement des cristaux est utilisée pour dissoudre de nouvelles quantités de bisulfate de soude et d'acide sulfurique. Le coût de fixation de l'ammoniaque par ce procédé est bien moindre que dans le procédé ordinaire à l'acide sulfurique, et les essais préliminaires sur l'emploi du sulfate de sodammonium comme engrais artificiel ont montré que la valeur fertilisante de l'ammoniaque n'est pas altérée par le sulfate de sodium présent.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE

Séances de Janvier 1919

M. Louis Le Nain (secrétaire) : *Rapport sur la vie académique pendant la période de guerre 1914-1918.* — **MM. Georges Lecointe et H. de Guchtenaere** : *Les relations intellectuelles internationales d'après guerre.* — **M. Modeste Stuyvaert** : *Courbes algébriques gauches représentables par des matrices.* Commencement de solution d'un des problèmes posés par l'auteur dans son travail : Congruences de cubiques gauches, couronné par la Classe des Sciences en 1913.

J.-E. V.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Octobre 1918

1° Sciences mathématiques. — MM. W. Kapteyn et Jan de Vries présentent un travail de **M. N. G. W. H. Begeer** : *Sur les corps diviseurs du corps circulaire des racines $l^{ièmes}$ de l'unité et leurs nombres de classes.* II. — **M. Félix Klein** : *Remarques sur les relations entre le système de coordonnées B de de Sitter et le monde généralisé à courbure positive constante.* — MM. W. de Sitter et J. C. Kapteyn présentent un travail de **M. A. Pannekoek** : *La dilatation d'un globe gazeux cosmique, les étoiles nouvelles et les Céphéides.* — MM. J. C. Kapteyn et W. de Sitter présentent un travail de **M. W. J. A. Schouten** : *La répartition des grandeurs sur les étoiles de la Voie lactée et en dehors.* I.

2° Sciences physiques. — MM. H. A. Lorentz et F. A. H. Schreinemakers présentent un travail de **M. J. J. van Laar** : *Sur la chaleur de dissociation de gaz diatomiques dans ses rapports avec l'augmentation des attractions de valence $\sqrt{A}$ des atomes libres.* — MM. H. Kamerlingh Onnes et J. P. Kuenen présentent un travail de **M. P. G. Cath** : *Sur la mesure des basses températures. XXIX. Tensions de vapeur de l'oxygène et de l'azote en vue de la détermination de points fixes sur l'échelle des températures en dessous de 0°C.* — MM. H. A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent une note de MM. **G. Holst** et **E. Oosterhuis** : *Quelques remarques sur l'audion comme renforçateur.* — **M. W. van Bemmelen** : *La circulation atmosphérique au-dessus de l'Asie australe d'après des observations faites en ballon-sonde à Batavia (fin).* — **M. J. P. van der Stok** : *Sur la chute journalière du niveau de la mer sur les côtes néerlandaises.*

3° Sciences naturelles. — **M. J. F. van Bemmelen** : *La signification des caractères des genres et des espèces vérifiée au moyen du dessin des ailes des Sphingides.* — MM. H. Zwaardemaker et C. Winkler présentent un travail de **M. Eugène Dubois** : *La signification de la grandeur du neurone et de ses parties.* Les données numériques existantes permettent de conclure que les longueurs et sections de neurones homologues croissent, dans la série des espèces de mammifères homoneures, avec le poids P suivant l'expression $P^{0,28}$.

J.-E. V.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertanche.

30e ANNEE N° 9 15 MAI 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvege et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique du Globe

Les Aérolithes et la composition du Globe. — Un géologue américain bien connu, M. George P. Merrill — à qui nous devons en particulier de beaux travaux sur le célèbre « Cratère du Bolide » du Canyon Diablo — vient de publier dans les *Proceedings* de l'Académie de Washington (vol. V, fév. 1919, p. 37) une très curieuse statistique.

M. Merrill s'est posé la question suivante : Il se pourrait que la Terre se soit formée par l'accumulation graduelle de matériaux météoriques, analogues à ceux que nous voyons tomber encore aujourd'hui[1]. Or les régions internes du globe sont sans doute d'autant plus riches en métaux que l'on pénètre plus profondément dans le sol. N'y aurait-il pas alors, pour chaque espèce minéralogique d'aérolithes, une relation entre la teneur en métal et le pourcentage des cas, forcément *récents*, où les chutes ont eu des témoins? Voici les résultats de l'enquête complète et arrêtée à 1916 :

Sur 367 Sidérites connues (fers météoriques à peu près purs), on en a vu tomber 17, soit environ 5 %;

Sur 31 fers pierreux (Lodhranites, Pallasites et Mésosidérites), contenant jusqu'à 50 % de métal, on en a vu tomber 5, soit 16 %;

Sur 370 aérolithes composés en majeure partie de silicates à structure chondritique (depuis les Chondrites howarditiques jusqu'aux Ureilites incluses), de teneur métallique comprise entre 5 et 25 %, on en a vu tomber 322, soit 87 %;

Sur 21 pierres riches en calcium ou en aluminium (Angrites, Eukrites, Shergottites et Howardites), sans chondrules et renfermant moins de 1 % de métal, on a constaté 20 chutes, soit 95 %;

Enfin sur 12 pierres riches en magnésie, dépourvues aussi de chondrules, mais ne contenant pas de métal (Bustites, Chassignites, Chladnites et Amphotérites), on a pu observer 12 chutes, soit 100 %.

Ajoutons à cette liste les 8 météorites carbonacées actuellement recensées : toutes ont été vues tomber, la première en 1834.

Si, une fois tombés, les fers météoriques ont plus de chances d'être signalés, par contre il n'est guère admissible que certaines catégories de météorites soient, lors de leur chute, plus visibles que d'autres : il semble donc vraisemblable que les espèces, d'ailleurs fort altérables, ayant donné les pourcentages les plus faibles sont celles correspondant en majorité aux époques les plus reculées, surtout préhistoriques.

Les chiffres qui précèdent manifestent une progression suggestive; ils ne constituent encore qu'un indice, mais bien fait, croyons-nous, pour attirer l'attention sur une interprétation de la formation du globe dont on ne s'est peut-être pas assez préoccupé jusqu'ici.

Jean Bosler,
Astronome à l'Observatoire de Meudon.

§ 2. — Météorologie

Quelles sont les conditions météorologiques qui influent sur la santé? — A la séance de mars de la Société royale météorologique, le Professeur Léonard Hill a présenté sur ce sujet quelques intéressantes observations.

On s'accorde à reconnaître que le temps et le climat ont une grande influence sur la santé et le confort de l'homme, et l'on a cherché à démêler le rôle des principaux facteurs météorologiques : pression barométrique, température, précipitation, vent, etc. M. Hill se demande s'il n'y a pas d'autres données qui présentent une importance et un intérêt plus grands. Et il voit dans le pouvoir refroidissant et évaporateur de l'atmosphère et dans la chaleur rayonnante du Soleil ou des autres sources de calorique les facteurs qui ont l'effet le plus considérable sur notre santé et notre bien-être et qui méritent d'attirer avant tout l'attention des hygiénistes.

Le thermomètre à boule sèche ne suffit pas pour indiquer l'effet refroidissant, car c'est un instrument statique faisant la moyenne de l'influence du milieu, tandis que

1. Voir à ce propos, dans la *Revue gén. des Sciences*, l'article intitulé : Les Pierres tombées du Ciel et l'Evolution du Système solaire (15 novembre 1916).

le corps est un appareil dynamique se maintenant à une température presque constante par la combustion interne des aliments et la perte de chaleur par la peau et la membrane respiratoire, le gain ou la perte calorifique étant tous deux soumis à un contrôle physiologique. C'est le pouvoir refroidissant agissant sur la surface du corps, et non la température, qu'il faut étudier, et comme la surface de la membrane respiratoire est toujours humide et que la peau peut être relativement sèche ou très humide, le refroidissement par évaporation n'a pas moins d'importance que le refroidissement par convection et radiation.

Pour déterminer le pouvoir refroidissant, le Professeur Hill a proposé le *cata-thermomètre*. C'est un thermomètre à alcool à gros réservoir, gradué entre 95° et 100° F., c'est-à-dire donnant une température moyenne de 36°,5 C., qui est prise arbitrairement comme température de la surface du corps. L'instrument est chauffé dans de l'eau à environ 80°C., jusqu'à ce que le ménisque arrive à une petite boule située au sommet de la tige; puis on mesure en secondes la vitesse de refroidissement entre 100° et 95° F. La moyenne de 3 à 5 de ces mesures donne la lecture du catathermomètre sec. Puis le réservoir est recouvert d'une enveloppe de mousseline humide, et l'on répète l'opération. La moyenne donne la lecture du cata-thermomètre humide.

Plusieurs milliers de lectures catathermométriques ont été faites en Grande-Bretagne; d'autres aux Indes, en Egypte, sur le front de Salonique, en Mésopotamie; quelques-unes aussi à New-York, dans la Nigeria et à Melbourne. Celles-ci présentent un contraste frappant suivant qu'elles ont été faites à l'intérieur ou à l'extérieur, et M. Hill arrive à la conclusion que les conditions observées à l'intérieur en Angleterre se rapprochent de celles qu'on observe à l'extérieur dans un climat tropical humide tel que celui de Ceylan, qui est considéré comme énervant pour les Européens.

Les recherches du Prof. Hill ouvrent une voie nouvelle, qui semble devoir offrir des constatations intéressantes.

§ 3. — Physique

Propriétés des écrans renforçateurs utilisés en radiographie[1]. — Les rayons X déterminent deux sortes de rayonnements qui peuvent être, tous deux, utilisés dans les écrans renforçateurs : 1° un rayonnement secondaire caractéristique; 2° un rayonnement constitué par des radiations ultra-violettes ou visibles. Pratiquement, c'est ce dernier type de fluorescence qui semble donner les meilleurs résultats.

Parmi les substances qui deviennent fluorescentes sous l'action des rayons X, un petit nombre seulement peuvent être efficacement utilisées dans les renforçateurs. Citons, parmi elles : le platino-cyanure de baryum, le salicylate de baryum, le tungstate de calcium, le tungstate de molybdène, le tungstate de magnésium et quelques tungstates doubles de ces métaux. Avec les procédés usuels de la technique radiographique, le tungstate de calcium cristallisé est, parmi ces corps, de beaucoup celui qui donne les meilleurs résultats. Habituellement, on réduit le sel en poudre et on le fixe avec un agglutinant approprié sur un support constitué par une substance faiblement absorbante pour les rayons X, carton ou celluloïd. On dispose cet écran au contact de la surface à impressionner et on produit l'exposition soit à travers l'écran, soit à travers la plaque ou la pellicule photographique.

Dans un négatif obtenu avec un des écrans au tungstate de calcium qu'on trouve dans le commerce, on constate que l'action photographique produite tient, pour 20 % à l'action des rayons directs, et pour 80 % à la fluorescence de l'écran.

La meilleure technique pour l'emploi d'un écran consiste à effectuer la pose à travers le support de l'émulsion, celle-ci étant au contact de l'écran fluorescent; aussi ce support doit-il être d'opacité minima pour les rayons X.

Dans l'enregistrement des rayons X de très courte longueur d'onde qu'on utilise dans la radiographie des aciers, à cause du grand pouvoir pénétrant des rayons, la plaque photographique n'arrive pas à absorber une énergie suffisante pour donner un cliché d'interprétation facile. Dans ces cas, le tungstate de calcium des écrans habituels forme, sous l'action de la fluorescence, un dépôt granuleux. M. Hodgson, en vue de réduire les poses, a essayé d'utiliser le rayonnement caractéristique d'écrans métalliques. Il a étudié l'argent, le cuivre, le plomb, le tungstène et le platine. De tous ces corps, l'argent et le platine ont été les plus efficaces; une feuille d'argent de 0,2 mm. d'épaisseur donne, dans des conditions habituelles, un renforcement de 100 %. Le platine employé, par raison d'économie, sous forme d'un miroir obtenu par pulvérisation cathodique, l'épaisseur de la couche étant inférieure à 0,001 mm., produit un renforcement de 20 %. Ces pourcentages, qui peuvent paraître peu intéressants dans la pratique radiographique courante, où la pose se mesure en secondes, deviennent relativement importants quand, pour une seule pose, la durée de fonctionnement du tube s'évalue en minutes ou en heures. A. B.

1. Millard B. Hodgson : *Physical Review*, 2e série, t. XII, p. 431-435; décembre 1918.

§ 4. — Chimie industrielle

L'emploi de composés chimiques pour déceler la surchauffe des paliers ou des parties de machines. — L'emploi rationnel des lubrifiants, en réduisant considérablement les frottements des organes des machines, a fait disparaître en grande partie les élévations de température excessives de certains de ces organes et les mises hors de service qui en étaient souvent la conséquence. Cependant des troubles de ce genre se présentent encore, généralement dans les parties les moins accessibles des machines, et il serait intéressant pour beaucoup de conducteurs d'être avertis des échauffements dès qu'ils se produisent et avant qu'ils n'aient causé des dégâts sérieux.

Dans ce but, on a proposé divers dispositifs indicateurs actionnés soit par des couples thermo-électriques, soit par la simple dilatation des pièces. En Amérique, Tonner avait suggéré l'emploi de l'iodure de cuivre et de mercure sur les essieux du matériel roulant pour indiquer la surchauffe par son simple changement de coloration. M. H. T. Pinnock[1] vient de reprendre cette idée, qui ne semble pas avoir été mise en pratique, et il a montré que les composés de ce genre sont admirablement adaptés au but qu'on se propose.

On sait, en effet, que la plupart des iodures doubles possèdent la propriété de changer de couleur quand on les chauffe et de revenir par refroidissement à leur première coloration. Deux composés, d'après M. Pinnock, sont particulièrement précieux, à cause de la rapidité et de l'intensité de leur transformation : ce sont l'iodure double d'argent et de mercure, $AgI.HgI^2$, jaune citron pâle à la température ordinaire, devenant carmin éclatant à 90°-100°C., et l'iodure de cuivre et de mercure, $Cu^2I^2.2HgI^2$, vermillon à la température ordinaire et devenant brun-chocolat vers 60°-70°C. Un mélange de 85 parties du sel de cuivre et de 15 % du sel d'argent est encore plus sensible et passe du vermillon au noir d'une façon très tranchée.

Pour utiliser ces composés, il est préférable de les transformer en un vernis ou émail, en les incorporant à l'état de poudre à un milieu incolore résistant sans se ramollir à une température modérée. On trace d'abord, au moyen d'une peinture blanche au zinc, un cercle ou un anneau sur le palier ou l'organe qu'on désire maintenir en observation, puis on applique à l'intérieur de

1. *Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XXXVIII, n° 5, p. 78 R; 15 mars 1919.

celui-ci un enduit rouge vif du détecteur, en formant ainsi une marque qui, à cause du contraste, est visible de très loin. On peut aussi, lorsqu'il s'agit d'un arbre, peindre une bande rouge entre deux bandes blanches. Dans tous les cas, quand la peinture est sèche, on la protège contre la poussière et les pollutions extérieures par une couche d'un vernis incolore. La visibilité de la couche détectrice sur son fond blanc est très prononcée, et le passage au noir vers 60°-70° s'observe très aisément.

Ce détecteur a été employé avec succès sur un moteur à gaz, dont l'un des paliers chauffait fréquemment par suite d'une légère distorsion de l'arbre, ce qui permettait de réduire aussitôt la charge pour éviter des accidents. Il peut servir également sur les « water-jacket » des grands moteurs à combustion interne pour prévenir de l'insuffisance de circulation de l'eau d'alimentation. En sens inverse, on peut l'utiliser pour les tours à réchauffage d'air, par exemple dans les installations de gazogène où l'air qui entre doit être saturé de vapeur d'eau à environ 70°-75°C. Si l'on peint sur l'extérieur de la tour un cercle blanc d'environ 1 mètre de diamètre, et au centre un cercle du détecteur de 30 cm. de diamètre, l'apparition de la couleur rouge, visible de loin, sera le signal que la température de saturation est tombée trop bas. Il en est de même pour les réchauffeurs d'eau d'alimentation des chaudières.

Là où l'on a besoin d'indiquer des températures un peu supérieures, on peut employer le sel double d'argent qui se transforme vers 90°-100° : ainsi pour attirer l'attention sur le fait qu'une eau va bouillir. L'application aux évaporateurs par le vide, aux turbines à vapeur d'échappement, etc., est également indiquée.

M. Pinnock a installé plusieurs de ces indicateurs qui fonctionnent depuis une dizaine d'années et dont le changement de coloration est aussi tranché et aussi distinct qu'à l'origine.

§ 5. — Physiologie

La survie des globules sanguins transfusés dans la circulation. — Les résultats heureux de la transfusion du sang sont reconnus par tous les médecins depuis longtemps; mais on est loin d'être d'accord sur la façon dont elle agit : est-ce par la simple augmentation du volume du sang, ou en stimulant les organes hématopoïétiques par la désintégration des globules introduits, ou par l'intermédiaire d'un autre facteur, on ne le sait pas exactement.

Une grosse difficulté qu'on rencontre dans l'étude de ce problème, c'est l'absence d'une méthode digne de confiance pour déterminer la durée de vie des corpuscules primitifs et injectés dans la circulation. On a cherché une solution partielle dans l'injection de corpuscules nucléés aux mammifères, mais sans grand résultat, car ceux-ci, qui constituent des protéines étrangères, sont rapidement éliminés. D'autres expériences reposant sur la production de pléthore, sur l'injection intrapéritonéale des globules sanguins, ou sur la transfusion du sang à des animaux préalablement saignés, ont montré que le nombre des corpuscules revient à la normale en 2 à 4 semaines; mais on ne peut guère tabler sur ces résultats, parce qu'ils ne tiennent aucun compte du volume total du sang ou des perturbations probables provoquées dans les appareils de contrôle ou de formation du sang.

Aussi un grand intérêt s'attache-t-il à la méthode à la fois ingénieuse et simple que vient de proposer W. Ashby[1] pour déterminer la durée de survie des globules transfusés. Elle repose sur l'agglutination du sang par les sérums de groupe. Tous les sangs peuvent être classés dans l'un des 4 groupes suivants : dans le groupe I, les globules rouges sont agglutinés par les sérums de chacun des trois autres groupes, mais le sérum n'agglutine les globules d'aucun autre groupe; le sérum du groupe II agglutine les globules du groupe III et *vice versa*; dans le groupe IV, les globules ne sont agglutinés par le sérum d'aucun autre groupe, tandis que le sérum de ce groupe agglutine les globules de tous les autres groupes. Donc, le sang provenant d'un donneur appartenant au groupe IV peut être transfusé à un récepteur dont le sang se classe dans un groupe quelconque, car les globules introduits ne seront pas agglutinés, tandis que les globules du récepteur seront protégés contre la coagulation par suite de la faible quantité de sérum du donneur injecté.

Or, dans la méthode ordinaire d'agglutination par les sérums de groupe, on peut obtenir une agglutination pratiquement complète par un réglage convenable des globules et du sérum. Il reste une faible proportion de corpuscules non agglutinés entre les caillots, mais on peut déterminer celle-ci avec une exactitude suffisante dans chaque cas. En mélangeant des quantités connues de sang agglutinable et non agglutinable dans un tube d'essai, on peut les séparer dans leurs proportions respectives par l'emploi d'un sérum agglutinant convenable; l'un sera représenté par le nombre de corpuscules agglutinés, *plus* le pourcentage antérieurement déterminé de corpuscules non agglomérés, l'autre par le reste.

Si l'on applique cette méthode au cas de la transfusion, on a le moyen de séparer les globules propres du donneur et du récepteur dans la circulation, et de déterminer de temps en temps leurs proportions respectives, pourvu, naturellement, qu'ils appartiennent à des groupes sanguins différents. Ainsi, avant transfusion chez un malade appartenant à un groupe agglutinable, on fait un compte initial des globules, en utilisant le sérum agglutinant convenable comme fluide diluant dans la pipette, et l'on compte le nombre de globules non agglutinés. Puis, à intervalles donnés après la transfusion du sang inagglutinable (groupe IV), on fait des dénombrements analogues et l'on observe le très grand accroissement de corpuscules non agglutinés. Le nombre de ces derniers est un indice de la quantité de sang transfusé dans la circulation du récepteur. Si le malade a été transfusé avec du sang de son propre groupe, on ne trouve ni augmentation ni décroissance du nombre des corpuscules non agglutinés, ce qui permet d'éliminer l'hypothèse d'une réaction non spécifique vis-à-vis du sang étranger.

Les expériences entreprises par la méthode de M. Ashby ont montré que les globules du sang transfusé restent dans la circulation pendant plus de 30 jours, et paraissent en excellent état durant toute cette période, constatation qui n'est pas favorable à la théorie d'après laquelle c'est la désintégration de ces globules qui stimule la moelle osseuse. Elle vient plutôt à l'appui de l'idée que l'effet produit sur les cellules de la moelle est dû à l'amélioration du métabolisme provoquée par le plus grand nombre de globules présents dans le sang.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Un nouveau tracé de chemin de fer transsaharien[1]. — L'idée du transsaharien a été lancée vers 1879, puis soutenue avec beaucoup d'ardeur et de ténacité par Paul Leroy-Beaulieu[2]. Quelques années avant la guerre, elle avait été reprise par M. Berthelot pour le compte d'une Société, l'Union française pour la réalisation des chemins de fer transafricains, qui avait subventionné une importante mission d'études, dirigée

1. *Journ. of experim. Med.*, mars 1919.

1. Gouvernement général de l'Algérie. Territoires du Sud. *Transsaharien et Transafricain*, par le lieutenant-colonel du génie P. Godefroy, directeur de la ligne Biskra-Touggourt. Alger, avril 1918, avec 1 carte. Ce mémoire a paru en outre dans la *Revue politique et parlementaire* de septembre, octobre, novembre et décembre 1918.

2. Paul Leroy-Beaulieu : *Le Sahara, le Soudan et les chemins de fer transsahariens*. In-8, Alcan.

par le capitaine J.-Niéger et mise à la disposition de la Société par le Ministre de la guerre[1].

Directeur de la voie ferrée Biskra-Touggourt, terminée en 1914, chargé des études de son prolongement sur Ouargla, M. le lieutenant-colonel Godefroy se trouvait naturellement amené à l'étude complète d'une ligne transsaharienne, et son projet bénéficie d'une compétence spéciale de praticien. Le point de départ est Alger,

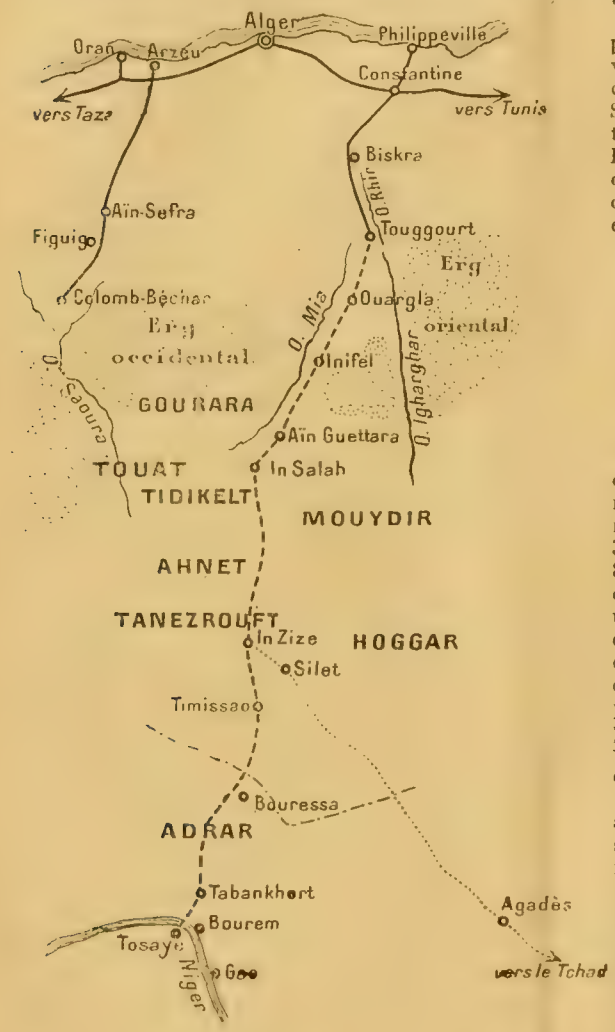


Fig. 1. — *Nouveau tracé de chemin de fer transsaharien.*

qu'il serait avantageux de relier directement à Biskra, en traversant d'intéressants territoires de colonisation. La ligne est construite jusqu'à Touggourt et les études sont faites jusqu'à Ouargla. De cette dernière localité jusqu'à In-Salah, la voie suivrait dans ses grandes lignes la piste automobile actuellement à peu près achevée et passant par Inifel. Au sud d'In-Salah, la ligne se dirige par l'Ahnet sur le point d'eau d'In-Zize, d'où elle gagnerait Timissao et Bouressa à la limite des territoires du Sud algérien et de l'Afrique Occidentale française, et à l'entrée de l'Adrar des Ifoghas; elle suivrait ainsi la piste habituelle des caravanes, connue sous le nom de « route des moutons ». Au delà de Bouressa et depuis Timissao, la voie adopte le tracé du projet Berthelot pour l'embranchement sur l'Afrique Occidentale française et descend vers le Niger sur la rive droite du Tilemsi, en passant par le puits d'In Rhar et Tabankhort. Le tracé aboutit sur le Niger au défilé de Tosaye, aux abords de Bourem, où le fleuve se resserre entre deux rives escarpées, favorables à l'établissement d'un pont métallique. Le raccord avec le réseau projeté de l'Afrique Occidentale française se ferait à Ansongo.

Dans sa partie centrale, l'Océan saharien est coupé par une sorte d'isthme, point de passage obligé pour la voie ferrée et qui s'épanouit vers le nord en trois branches : à l'ouest par la « rue des Palmiers » de l'oued Saoura, vers Colomb-Béchar (projet Berthelot); au centre, par l'oued Mia, sur Ouargla (projet Godefroy), et à l'est, par l'oued Igharghar et le couloir du Gassi Touil, qui coupe l'Erg oriental (projet Rouveyre). La bifurcation vers le Tchad se ferait par le point d'eau de Silet et Agadès.

Le projet Godefroy se décompose ainsi :

Alger-Biskra	420 km.
Biskra-Touggourt	220 —
Touggourt-Ouargla	160 —
Ouargla-In-Salah	700 —
In-Salah-Bouressa	900 —
Bouressa-Bourem	600 —
Total	3.000 km.

Le lieutenant-colonel Godefroy recommande la voie étroite comme moins chère et se raccordant plus facilement aux lignes d'Algérie et de l'Afrique Occidentale française; il en évalue le coût, depuis Touggourt, à 311 millions de francs, et la durée de la construction à 8 ou 10 ans. En formant un bloc entre l'Afrique du Nord et l'Afrique Occidentale française, la ligne permettrait un échange continu de produits manufacturés de France et d'Algérie contre les matières premières et les produits alimentaires de l'Afrique Occidentale, et comme conséquence, le nivellement des prix, la hausse des exportations, la baisse des importations, double bénéfice pour l'indigène et puissant encouragement à la mise en valeur du sol, notamment dans toute la région centrale du Niger.

Le lieutenant-colonel Godefroy est opposé au transafricain Nord-Sud, et il donne pour cela de bonnes raisons : l'insuffisance du tonnage marchandise, la température intolérable pour les voyageurs pendant la traversée des régions équatoriales, enfin, les difficultés politiques qui pourraient surgir de la concurrence à la ligne anglaise du Cap au Caire[1], mieux placée, d'ailleurs, plus près de la mer et dans des conditions climatiques plus favorables.

Par contre, M. Godefroy préconise deux autres lignes très intéressantes. Un transafricain Ouest-Est, de Tanger au Caire, nouvelle route du *hadj*, la plus directe et la plus commode pour les pèlerins de la Mecque et qui ne comportera bientôt plus que la lacune tripolitaine, quand nous aurons achevé les lignes marocaines et que les Anglais auront prolongé jusqu'à Solloum, à la frontière de la Cyrénaïque, la voie déjà construite d'Alexandrie à Daba. Une seconde ligne, longeant la côte occidentale, réunirait Tanger à Dakar; le trajet Paris-Dakar se ferait en cinq jours, et en combinant les horaires du chemin de fer avec ceux de services maritimes rapides, qui mettraient Dakar à 3 jours de Pernambuco, on voit que Paris se trouverait à 8 ou 9 jours de l'Amérique du Sud[2].

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

1. Capit. J. Niéger : La mission d'études du transafricain. *La Géographie*, 15 février 1913. « Le but de la mission était de reconnaître à travers le Sahara, sur un axe déterminé d'après l'état actuel des connaissances géographiques, l'itinéraire présentant le minimum de difficultés pour l'établissement d'une ligne ferrée, en sacrifiant en toutes circonstances la proximité des points d'eau à la simplicité du tracé. »

1. Cf. notre article : Le chemin de fer du Cap au Caire, in *Revue générale des Sciences* du 15 septembre 1910.

2. La Compagnie du chemin de fer Paris-Orléans a demandé la concession de la ligne Paris-Tanger-Dakar, avec établissement d'un tunnel sous le détroit de Gibraltar.

SUR L'HARMONIQUE ARISTOXÉNIENNE

Dans trois notes insérées aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (t. CLXV, 1917, p. 465 ; t. CLXVII, 1918, p. 229, 445), M. Gabriel Sizes étudie les doctrines pythagoricienne et aristoxénienne relatives à la formation des notes de la gamme, c'est-à-dire à ce que les Grecs appelaient « l'harmonique ». Sans rien contester des intéressants résultats présentés par M. Sizes, il me paraît utile de revenir sur ce sujet en me plaçant franchement au point de vue de la science et de l'art grecs.

Les théories des Pythagoriciens et des Aristoxéniens sont clairement exposées dans un livre dont j'ai déjà utilisé ailleurs[1] quelques extraits : *Claudii Ptolemaei*[2] *Harmonicorum libri tres* (texte grec et traduction latine, par Johannes Wallis). C'est principalement sur ce livre que je m'appuie ici.

I. — Harmonique pythagoricienne

Il y a entre les Pythagoriciens et les Aristoxéniens une différence de point de vue qu'il importe de mettre en évidence.

Leur point de départ commun est la division du monocorde :

1° en deux parties égales : ces parties sonnent à l'unisson ;

2° en deux parties dans le rapport de 2 à 1 : intervalle obtenu : *dia-pason*[3] ou octave ;

3° en deux parties dans le rapport de 3 à 2 : intervalle obtenu : *dia-pente* ou quinte ;

4° en deux parties dans le rapport de 4 à 3 ; intervalle obtenu : *dia-tessaron* ou quarte.

Les Anciens comptent les intervalles de l'aigu au grave ; nous les comptons du grave à l'aigu ; mais ils les évaluent en rapports de longueurs de corde sous tension constante, et nous en rapports de fréquence du mouvement vibratoire ; ces deux évaluations sont inversement proportionnelles, en sorte que leurs nombres sont les mêmes que les nôtres pour les mêmes intervalles.

Les Anciens admettent donc trois intervalles fondamentaux :

l'octave : $\frac{2}{1}$

la quinte : $\frac{3}{2}$

la quarte : $\frac{4}{3}$

Ces intervalles sont trop grands pour se prêter aux applications artistiques ; il s'agit d'insérer dans le plus petit d'entre eux, la quarte, des sons intermédiaires. C'est ici que commencent les divergences d'écoles.

Un procédé primordial consiste à comparer la quinte à la quarte, ce qui fournit un intervalle nouveau :

$$\frac{3}{2} : \frac{4}{3} = \frac{9}{8}$$

Cet intervalle $\frac{9}{8}$ est appelé 1 ton : c'est le plus petit des quatre intervalles déjà formés. Insérant cet intervalle autant de fois que possible dans la quarte, on constate qu'il y tient deux fois, avec un résidu, un *limma* (λεῖμμα, reste), dont la valeur numérique est

$$\frac{4}{3} : \left(\frac{9}{8}\right)^2 = \frac{2^2 \quad 2^6}{3^5} = \frac{2^8}{3^5} = \frac{256}{243}.$$

Cette manière d'opérer, attribuée à Philolaos[1], conduit au tétracorde désigné dans Ptolémée sous le nom de tétracorde d'Eratosthène[2] :

$$\frac{9}{8} \times \frac{9}{8} \times \frac{256}{243} = \frac{4}{3}.$$

Cette manière de diviser la quarte n'est pas la seule adoptée par les Grecs, mais elle a joué un rôle fondamental dans l'harmonique : elle a conduit à admettre unanimement que l'intervalle $\frac{4}{3}$ doit être rempli par deux sons, ni plus, ni moins, d'où le nom de διὰ τεσσάρων (intervalle qui comprend 4 notes, ou *quarte*), et, pour l'intervalle qui contient un *ton* de plus, le nom de διὰ πέντε (intervalle qui comprend 5 notes, ou *quinte*).

Mais la détermination des sons intermédiaires a été traitée presque exclusivement comme un problème abstrait d'arithmétique, qui consiste à décomposer la fraction $\frac{4}{3}$ en trois facteurs, satisfaisant à certaines conditions.

Nous donnerons comme exemple la manière dont Ptolémée pose le problème. Pour lui les 3 facteurs doivent en tous cas satisfaire à deux conditions :

1° Ils doivent être des fractions superpartielles, c'est-à-dire comprenant l'unité + une partie aliquote[3], ou de la forme $\frac{n+1}{n}$;

1. Léon Boutroux : Sur la nature et le rôle du système musical traditionnel. *Revue musicale*, 1910.
2. Claude Ptolémée vivait au IIe siècle après J.-C.
3. διὰ πασῶν : intervalle qui comprend toutes les notes.

1. Ve siècle avant J.-C.
2. IIIe siècle avant J.-C.
3. « Sonos, etiam in tetrachordis continue positos, rationes inter se semper facere superparticulares » (*Ptol.*, p. 66).

2° Si l'on part de la *mèse*, le troisième facteur doit toujours être plus petit que chacun des deux autres[1] (il doit toujours se présenter comme un résidu). Pour Ptolémée, cette seconde condition est destinée à donner satisfaction à l'oreille, tandis que la première satisfait la raison.

Ces conditions fixées, le problème admet encore de nombreuses solutions, qui sont classées en deux groupes. Dans le premier groupe, le produit des deux derniers facteurs est plus petit que le premier facteur, c'est-à-dire que les trois notes graves forment un groupe serré (πυκνὸν — en latin, *spissum*), tandis que la note aiguë est isolée de ce *pycnon* par un large intervalle[2]. Dans le second groupe, aucun des facteurs n'est plus grand que le produit des deux autres ; c'est le groupe des tétracordes sans *pycnon*[3].

Pour l'oreille, la différence entre ces deux groupes de tétracordes consiste en ce que dans le premier les deux notes intermédiaires sont plus graves, et dans le second, plus aiguës, d'où, pour le premier, le nom de « μαλακώτερον » (*mollius*, cordes plus molles, tétracorde grave), et pour le second, celui de « συντονώτερον » (*intensius*, cordes plus tendues, tétracorde aigu).

Le second groupe forme le *genre diatonique;* le premier, le groupe à *pycnon*, se subdivise en deux genres : celui dont le *pycnon* est le plus serré, dont les notes intermédiaires sont les plus graves, est le *genre enharmonique;* celui dont le *pycnon* est le moins serré est le *genre chromatique*. Le genre chromatique est donc intermédiaire entre les genres enharmonique et diatonique : plus grave que le diatonique, il est plus aigu que l'enharmonique.

Tels sont les points essentiels de l'harmonique grecque. Ce qui diffère d'une école à l'autre, ce sont les conditions particulières du remplissage de la quarte. On n'exige pas toujours que chaque facteur soit une fraction superpartielle, ni que le plus petit facteur soit le troisième. Voici, par exemple, les divisions de la quarte selon Archytas (*Ptol.*, p. 62) :

Enharmonique — Chromatique —

$$\frac{5}{4}\times\frac{36}{35}\times\frac{28}{27}=\frac{4}{3} \quad\Big|\quad \frac{32}{27}\times\frac{243}{224}\times\frac{28}{27}=\frac{4}{3}$$

Diatonique —

$$\frac{9}{8}\times\frac{8}{7}\times\frac{28}{27}=\frac{4}{3}.$$

1. « Sequentem trium magnitudinum, minorem semper esse utravis reliquarum[1] » (*ibid.*).

2. « Quae in gravissimo sunt magnitudines duas simul sumptas, minores esse quam illa quae est in acutissimo. »

3. « Nullam esse magnitudinem singularem quae major sit duabus reliquis simul sumptis. »

II. — Harmonique aristoxénienne

Mais les différences sont insignifiantes à côté du changement de point de vue apporté par Aristoxène[1].

Le problème de la division de la quarte était pour les Pythagoriciens un problème d'arithmétique, et ils n'en concevaient pas d'autres solutions que les solutions exactes.

Aristoxène prend pour guide suprême, non pas la *raison*, mais la *sensation*, et il admettra des solutions approchées. Pour lui, l'intervalle de quarte est une différence de deux sons que l'oreille connaît, et entre lesquels elle admet l'insertion de nouveaux sons, dont elle mesurera les intervalles par ses propres ressources. Dans le choix de ces intervalles, il respectera les idées reçues. Les sons insérés seront toujours au nombre de deux, et porteront les noms que tout le monde leur donne : « Tant que les sons extrêmes d'un tétracorde, écrit-il, garderont leurs noms et s'appelleront respectivement *mèse* et *hypate*, les sons moyens garderont leurs noms au même titre : le plus aigu sera la *lichanos;* le plus grave la *parhypate*, car la sensation ne manque jamais de percevoir comme lichanos et parhypate ce qui est compris entre la mèse et l'hypate[2]. »

	mèse	lichanos	parhypate	hypate
Noms modernes :	*la*	*sol*	*fa*	*mi*

Mais comment l'oreille mesurera-t-elle ces intervalles ? C'est ici le trait de génie qui appartient à Aristoxène. Elle les mesurera comme les musiciens les mesurent encore aujourd'hui : par addition ou soustraction d'un intervalle élémentaire convenablement choisi.

Pour le musicien, le son, la note de musique, n'est ni un certain nombre de vibrations par seconde, ni un rapport entre deux longueurs de corde; c'est le résultat de l'addition, répétée un certain nombre de fois, d'un intervalle élémentaire à partir d'un son choisi arbitrairement. Et c'est bien d'Aristoxène que vient cette idée : Ptolémée nous le dit en toutes lettres, en même temps qu'il nous montre combien ce changement de point de vue renversait toutes les idées reçues, au point d'être, pour lui, inintelligible, comme il l'avait été pour Euclide[3].

Voici le passage textuel[4] :

« Que les Aristoxéniens mesurent à tort les consonances (*consonance* est pris ici dans le sens de *groupe*

1. IVe siècle avant J.-C.

2. Citation empruntée à L. Laloy : Aristoxène de Tarente, p. 223.

3. Voir sur Euclide Louis Laloy : Aristoxène, p. 186.

4. « Quod perperam Aristoxenei, intervallis, non ipis sonis, dimetiuntur consonantias.

... Quomodo autem se ad invicem habent, in unaquaque

de notes conjointes) par les intervalles entre les sons et non par les sons eux-mêmes.

... Quel rapport il y a, dans chaque intervalle, entre les deux sons qui le constituent, les Aristoxéniens ne le disent, ni ne le cherchent. Mais, *comme si les sons eux-mêmes n'étaient pas réels et que le réel fût ce qui se trouve entre les deux sons*, ils comparent seulement entre elles les distances comprises dans les intervalles, de facon à se donner du moins l'apparence de faire quelque chose par nombre et proportion. Mais c'est tout le contraire. Ainsi ils ne commencent pas, comme nous, par définir ce qu'est tel ou tel intervalle. Si par exemple on nous demande : qu'est-ce qu'un ton ? nous disons : c'est la différence de deux sons qui sont entre eux dans le rapport de 9 à 8. Pour eux ils vous renvoient aussitôt à une autre grandeur, qui est encore indéterminée, comme quand ils disent qu'un ton est la différence entre une quinte et une quarte... Puis si nous leur demandons d'évaluer cette différence, ils ne le feront pas sans en faire intervenir encore une autre : ils diront, par exemple, que cette différence contient 2 fois ce que la quarte contient 5 fois, et que la quarte contient elle-même 5 fois ce que l'octave contient 12 fois, et ainsi des autres intervalles, jusqu'à ce qu'ils reviennent enfin à dire que l'intervalle d'un ton contient deux fois cet élément. »

Voyons maintenant comment, de ce point de vue, Aristoxène divise la quarte. Il nous suffira de citer textuellement Ptolémée [1] :

« Les modernes établissent dans chaque genre de tétracorde plusieurs espèces. Pour le moment, nous allons exposer celles qui appartiennent à Aristoxène, et voici comment il les établit.

« Aristoxène divise le *ton*, soit en 2, soit en 3, soit en 4, soit en 8 parties égales. Il appelle le quart de ton *diésis enharmonique ;* le tiers de ton, *diésis du chromatique grave ;* les $\frac{3}{8}$ de ton, *diésis du chromatique sesquialtère* »(un quart et demi); « quant au demi-ton, il le prend comme intervalle commun à la fois au *chromatique tonique* et aux genres diatoniques. Et avec ces éléments il constitue, dans les trois genres purs » (*enharmonique*, *chromatique* et *diatonique*), « 6 espèces, savoir :

Une dans le genre	Enharmonique.
Trois dans le genre chromatique :	Chromatique grave. Chromatique sesquialtère. Chromatique tonique.
Et les deux dernières dans le genre diatonique :	Diatonique grave. Diatonique aigu.

Je passe les genres *enharmonique* et *chromatique*, qui présentent pour nous moins d'intérêt.

«... Quant aux dernières espèces, voici comment il les constitue : il prend pour dernier intervalle » (celui qui est dans le grave) « un demi-ton dans chacune d'elles, et, pour compléter le tétracorde du *diatonique grave*, il met au milieu $\frac{3}{4}$ de ton et à l'aigu un ton et quart, comme sont entre eux les nombres $12 + 18 + 30$; et, pour le tétracorde du *diatonique aigu*, un ton au milieu et un ton à l'aigu, comme sont entre eux les nombres $12 + 24 + 24$. »

Et Ptolémée ajoute :

« On voit donc qu'Aristoxène ne s'occupe nullement des rapports, mais qu'il définit les espèces de tétracorde par les seuls écarts qui se trouvent entre les sons, et non par les rapports que présentent entre eux les sons eux-mêmes. »

Nous voyons là ce que nous montre Ptolémée, et bien plus encore : l'invention d'un système de nombres qui, par additions ou soustractions, fournissent des résultats correspondant à ceux qu'on obtient en multipliant ou divisant entre eux les nombres correspondants d'un second système; la correspondance n'est qu'approximative, et l'oreille est juge de la légitimité de l'approximation ; les nombres additifs du tétracorde *diatonique aigu* d'Aristoxène :

$$24 + 24 + 12 = 60$$

ou :

$$2 + 2 + 1 = 5$$

sont proportionnels aux logarithmes des facteurs du tétracorde d'Eratosthène :

$$\frac{9}{8} \times \frac{9}{8} \times \frac{256}{243} = \frac{4}{3}.$$

Et l'approximation qu'on fait en considérant les deux systèmes comme se correspondant est enregistrée par Ptolémée comme un fait d'expérience [1].

specie, qui eam constituunt duo soni, neque dicunt, neque inquirunt. Sed (quasi ipsi quidem non essent reales; realia vero, quae interjacent) specierum solummodo distantias inter se comparant : ut videantur saltem aliquid numero et proportione facere. Quod tamen plane contrarium est. Nam primo, non definiunt (hoc pacto) specierum per se quamlibet qualis sit (quomodo nos, interrogantibus, quid est tonus, dicimus, differentiam esse duorum sonorum, rationem sesquioctavam continentium): Sed remittunt statim ad aliud quid, quod adhuc indeterminatum est : ut, cum tonum esse dicunt, differentiam dia-tessaron et dia-pente... Quin et, si quaeramus, quanta sit jam dicta differentia, neque hanc indicant, absque alia; sed solummodo, talium forte dixerint esse duo, qualium dia-tessaron est quinque; atque hanc itidem (dia-tessaron) talium esse quinque, qualium dia-pason est duodecim, et similiter de reliquis, usque dum eo tandem redeunt, ut dicant, qualium distantia tonica est duo. » (*Ptol.*, p. 40.)

1. « Horum vero ipsorum (generum) faciunt quidem recensiores distributiones plures; nos autem, impraesentiarum, eas describemus quae sunt Aristoxeni, quae sic se habent. Dividit ille tonum, nunc in duas, nunc in tres, nunc in quatuor, et nunc in octo partes aequales. Tonique partem quartam, appellat diesin enarmoniam; partem tertiam, diesin chromatis mollis; quartam una cum octava, diesin chromatis sesquialterius; hemitonium vero, commune facit tum chromatis tonici, tum generum diatonicorum. Atque hinc constituit generum (purorum) differentias (seu species W) [parenthèse intercalée par Wallis] sex : unam, Enarmonii, tres, Chromatici (nimirum Mollis, Sesquialterius, et Tonici); reliquasque duas, Diatonici (nimirum Mollis et Intensi)... Reliquorum vero duorum generum, non-spissorum, intervallum sequens in utroque retinet hemitonii; eorum vero quae continue sequuntur, facit quidem in Molli Diatonico, medium, semissis simul et quadrantis unius toni, praecedens vero, unius cum quadrante (utpote 12, et 18, et 30). In Diatonico autem Intenso : sequens, hemitonii; reliquorum utrumque (medium scilicet et praecedens) tonicum (utpote 12, et 24, et 24).... Hic igitur (Aristoxenus) prout hic liquet, rationes nequaquam curat; sed, per sola quae sonis interjacent intervalla, definit genera, non per ipsorum (sonorum W) inter se excessus (seu rationes W). » (Ptol. pp. 58-61, passim.)

1. « Ubi canunt secundum jam dictum Diatonicum intensum, ..., aliud adaptant genus quoddam, ipsi quidem vicinum, sed alioqui in promptu : praecedentes enim duos locos, Tonos faciunt; reliquumque, ut ipsi quidem existimant, Hemitonium;

« Quand ils chantent, dit-il, suivant le *diatonique intense* précédemment exposé » (il s'agit du *diatonique intense* de Ptolémée : $\frac{10}{9} \times \frac{9}{8} \times \frac{16}{15} = \frac{4}{3}$), « les chanteurs lui substituent un autre genre, voisin du premier, et d'ailleurs d'un emploi plus commode : ils font les deux intervalles de l'aigu égaux à un ton, et l'intervalle qui reste, égal à *ce qu'ils croient être* un demi-ton, mais en réalité, comme le montre le calcul, à ce qu'on appelle un *limma*. Et cela ne leur réussit pas mal; car pour les intervalles de l'aigu, il n'y a pas de notable différence entre $\frac{10}{9}$ et $\frac{9}{8}$ ni, pour le dernier intervalle, entre $\frac{16}{15}$ et 1 limma... C'est pourquoi ni dans l'un ni dans l'autre de ces deux genres » (*tétracorde diatonique intense* de Ptolémée et *tétracorde diatonique* d'Eratosthène) « il n'y a pour l'oreille aucune offense notable si l'un est par erreur pris au lieu de l'autre, si par exemple dans le *diatonique intense* on remplace à l'aigu l'intervalle $\frac{10}{9}$ par $\frac{9}{8}$ et dans le grave l'intervalle $\frac{16}{15}$ par le limma... »

Ptolémée reconnaît donc que l'oreille admet la substitution du rapport $\frac{256}{243}$ à $\frac{16}{15}$. Or le demi-ton aristoxénien, douzième d'octave, est intermédiaire entre ces deux intervalles. Les mesures modernes en savarts sont,

pour $\frac{256}{243}$ 23^{σ}

pour $\frac{16}{15}$ 28^{σ}

pour le $\frac{1}{12}$ d'octave, $\frac{301}{12} = 25^{\sigma}$.

Par conséquent la substitution du demi-ton aristoxénien à l'un ou à l'autre des deux rapports sera, à plus forte raison, tolérée par l'oreille. De plus, les deux tons d'Aristoxène qui sont à la partie aiguë du tétracorde ne se confondent pas exactement avec ceux du tétracorde d'Eratosthène, mais la différence est encore plus négligeable, comme le montrent immédiatement les mesures en savarts :

1 ton d'Eratosthène vaut 51^{σ}.

1 ton d'Aristoxène vaut $\frac{301 \times 2}{12} = 50^{\sigma}$.

Voilà donc la substitution des nombres additifs d'Aristoxène aux facteurs d'Eratosthène reconnue, d'après le critérium de l'oreille, comme une approximation acceptable. Il est donc permis d'affirmer que cette *apparence* de calcul, que Ptolémée reproche aux Aristoxéniens comme une charlatanerie, est, en réalité, le calcul approximatif *par logarithmes*, calcul fondé, non pas sur la théorie purement mathématique, qui ne sera donnée qu'au XVIIe siècle par Neper, mais sur l'aptitude de l'oreille à mesurer par addition des intervalles musicaux qui se confondent sensiblement avec ceux qui sont calculés par multiplication.

On pourrait dresser toute une table de logarithmes calculés empiriquement en prenant pour nombres tous les rapports numériques représentant tous les sons de la série de quintes dite série pythagoricienne, et comme logarithmes correspondants les nombres de demi-tons qu'il faut ajouter au premier pour former ces mêmes sons dans le système d'Aristoxène, soit 7 demi-tons par quinte.

Nous inscrivons dans la première colonne les noms modernes des notes qui se suivent de quinte en quinte ; dans la deuxième leur mesure pythagoricienne, P; dans la troisième leur mesure aristoxénienne A.

Notes	P	A	Notes	P	A
ut_0	1	0	$sol\#_4$	$\frac{3^8}{2^8}$	56
sol_0	$\frac{3}{2}$	7	$ré\#_5$	$\frac{3^9}{2^9}$	63
$ré_1$	$\frac{3^2}{2^2}$	14	$la\#_5$	$\frac{3^{10}}{2^{10}}$	70
la_1	$\frac{3^3}{2^3}$	21	$mi\#_6$	$\frac{3^{11}}{2^{11}}$	77
mi_2	$\frac{3^4}{2^4}$	28	$si\#_6$	$\frac{3^{12}}{2^{12}}$	84
si_2	$\frac{3^5}{2^5}$	35	$fa\#\#_7$	$\frac{3^{13}}{2^{13}}$	91
$fa\#_3$	$\frac{3^6}{2^6}$	42	$ut\#\#_8$	$\frac{3^{14}}{2^{14}}$	98
$ut\#_4$	$\frac{3^7}{2^7}$	49	$sol\#\#_8$	$\frac{3^{15}}{2^{15}}$	105

Les nombres pythagoriciens sont les termes d'une progression géométrique de raison $\frac{3}{2}$; les nombres aristoxéniens sont les termes d'une progression arithmétique de raison 7. Les derniers sont les logarithmes des premiers. Pour calculer la base du système, le nombre dont le logarithme est 1, il suffit d'abaisser (suivant l'évaluation moderne des intervalles) le si_2 de 2 octaves, ce qui donne le nombre $\frac{3^5}{2^7}$; son logarithme sera diminué de 2 fois 12 ; il sera donc $35 - 24 = 11$. Or l'intervalle de ut_1 (mesure pythagoricienne : 2) à si_0 $\left(\frac{3^5}{2^7}\right)$ est approximativement d'un demi-ton, et a pour logarithme 1.

sed, ut suggerit ratio, id quod Limma dicitur. Quod quidem ipsis non male cedit; quia non notabili aliquo inter se differunt, neque, in locis praecedentibus, ratio sesquioctava a sesquinona, neque, in sequentibus, sesquidecima quintà a Limmate... Quapropter, in neutro expositorum generum, continget ulla notabilis offensio, si perperam usurpentur, puta, in Diatonico intenso sesquioctava pro sesquinona in loco praecedente, et Limma pro sesquidecimaquinta in loco sequente... » (Ptol., p. 84.)

La base est donc $2 : \frac{3^5}{2^7}$ ou $\frac{2^8}{3^5}$, approximativement, ou, aussi bien :

$$\sqrt{\frac{9}{8}} \text{ ou } \sqrt[12]{2}.$$

On peut insérer des nombres nouveaux entre deux termes de la progression géométrique et connaître immédiatement les logarithmes de ces nombres. Il suffit de considérer le $n+1^{\text{ième}}$ terme $\left(\frac{3}{2}\right)^n$ de la progression des nombres pythagoriciens et de le diviser par une puissance p de 2 telle que le quotient soit compris entre les deux termes fixés : le nombre obtenu est la mesure pythagoricienne de la $n^{\text{ième}}$ quinte, baissée de p octaves; sa mesure aristoxénienne est :

n quintes — p octaves, c'est-à-dire :

$$7n - 12p;$$

tel est le logarithme de $\frac{3^n}{2^{n+p}}$.

Par exemple la note $\text{ut}_8^{\#\#}$ a pour mesure pythagoricienne $\frac{3^{14}}{2^{14}}$ et pour mesure aristoxénienne 98.

Abaissons-la de 8 octaves pour l'insérer entre ut_0 et ut_1 :

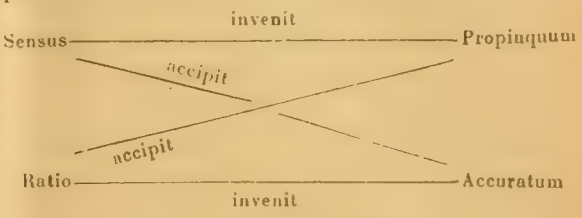
Note obtenue	Mes. pythag.	Mes. aristox.
—	—	—
$\text{ut}_0^{\#\#}$	$\frac{3^{14}}{2^{14+8}}$	$98 - 12 \times 8 = 2$

2 est le logarithme de $\frac{3^{14}}{2^{22}}$. Ce logarithme est aussi égal à $14 - 12$; c'est donc le même que celui de $ré_0\left(\frac{3^2}{2^3}\right)$: l'approximation d'Aristoxène ne distingue pas $ut\#\#$ de $ré$.

On voit aussi que, le premier nombre de la série aristoxénienne qui soit multiple commun à 7 et à 12 étant $7 \times 12 = 84$, ce nombre représente à la fois la douzième quinte et la septième octave de ut_0. La note, comme douzième quinte, s'appelle $si_0^{\#}$; comme septième octave elle s'appelle ut_7, et tous les doubles dièses qui suivent se confondent, dans l'approximation aristoxénienne, avec les redoublements des notes qui suivent ut_0.

La relation qui existe entre les tétracordes diatoniques d'Eratosthène et d'Aristoxène est une application de l'aphorisme que Ptolémée met en tête de son ouvrage[1] :

« D'une manière générale il appartient aux sens de pouvoir découvrir l'approximatif, et de recevoir d'ailleurs l'exact; mais c'est le propre de la raison de recevoir d'ailleurs l'approximatif et de découvrir l'exact », ce qu'il représente par le curieux schéma :



III. — Enchaînement des tétracordes : systèmes

Nous ne nous sommes occupé jusqu'ici que de la constitution du tétracorde, et c'est le problème essentiel de l'harmonique.

Mais les Anciens superposaient les tétracordes de manière à former des « systèmes », et cela de deux manières, soit en prenant pour première note du second tétracorde la dernière note du premier (tétracorde *conjoint*), ce qui donne une septième, soit en séparant le second du premier par un intervalle d'un ton disjonctif (tétracorde *disjoint*), ce qui fournit une octave. Enfin, ajoutant au système d'octave, dans l'aigu, un tétracorde montant (*hyperbolaïoi*), et dans le grave un tétracorde descendant (*hypatoi*), les Anciens ont obtenu un système de 15 notes enfermé dans un *dis-diapason*, dit « système parfait ».

Il n'y a pas dans l'Antiquité d'autres sortes de gammes. Les rapports qui mesurent les intervalles des notes conjointes varient suivant le genre et l'espèce des tétracordes, mais jamais on ne compare entre elles, à la même place dans l'échelle, les différentes notes de remplissage possibles, de manière à former ce que nous appelons de nos jours une gamme chromatique.

Ce qui pourrait, dans la musique antique, y faire penser, ce sont les mélanges de genres et d'espèces, pour lesquels les Grecs avaient beaucoup de goût. Ptolémée a tout un chapitre sur l'étude de ces mélanges. Parmi les tétracordes qu'il a adoptés, un seul, dit-il, peut être chanté seul d'un bout à l'autre de l'octave, c'est son « diatonique tonique » $\left(\frac{9}{8} \times \frac{8}{7} \times \frac{28}{27} = \frac{4}{3}\right)$, lequel se confond avec celui d'Archytas. Les autres sont faits pour être mélangés; et il donne de nombreuses formules de mélanges; en voici une, à titre d'exemple (nous inscrivons au-dessous les noms modernes des notes qui présentent les intervalles indiqués) :

$$\frac{9}{8} \smile \frac{16}{15} \smile : \frac{9}{8} \smile \frac{9}{8} \smile \frac{8}{7} \smile \frac{28}{27} \smile : \frac{10}{9}$$

ré ut si la sol fa mi ré

1. « Universim loquendo, Sensuum proprium est, id quidem invenire posse quod est vero-propinquum, quod autem accuratum est aliunde accipere; Rationis autem, aliunde accipere quod est vero-propinquum, et quod accuratum est adinvenire. » (*Ptol.*, p. 1.)

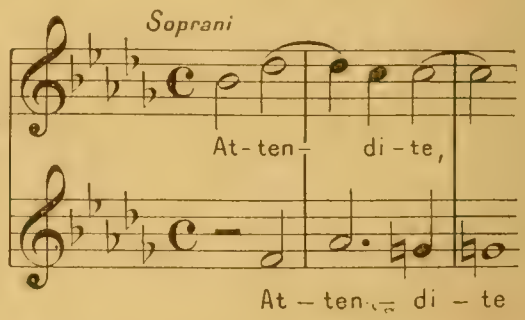
Les notes *la sol fa mi* appartiennent au « diatonique tonique de Ptolémée », et les autres au « diatonique intense de Ptolémée ». Mais on n'emploie pas au même degré deux notes d'origine différente dans la même phrase musicale.

L'idée de cataloguer toutes les notes musicales possibles à l'intérieur d'une octave est toute moderne : on ne comparait pas entre elles, par exemple, la *lichanos* du *diatonique intense de Ptolémée* avec celle de l'*enharmonique d'Archytas* : il y aurait eu ainsi un nombre indéterminé de rapports différents.

Les altérations des notes (ce que nous appelons maintenant *dièses*, *bémols*, *intervalle enharmonique*) ont été introduites dans la musique par deux voies différentes.

Vers le xe siècle de notre ère apparurent les premiers essais de polyphonie : dans l'*organum duplum* (harmonisation à deux voix), le *cantus firmus* ou *tenor* (chant donné) était accompagné par un chant parallèle soit à la quinte supérieure (*contra-tenor*), soit à la quarte inférieure (*discantus*), interrompu parfois par l'unisson ou l'octave; la note finale du *tenor* était toujours accompagnée de cette dernière façon, ce qui la faisait singulièrement ressortir. Ainsi la finale prit dans le chant une importance croissante, et on en vint à lui attribuer une puissance d'attraction particulière, même dans la musique *non organisée*, ou homophone, sur la note pénultième. Dans les modes où le degré inférieur conjoint à la finale en était séparé par un ton, par exemple quand la finale était *ré* ou *sol*, cédant à cette attraction on éleva d'un demi-ton ce degré inférieur pour les cadences : ainsi s'introduisaient les notes *ut*♯, *fa*♯, pour jouer ce que nous appelons maintenant le rôle de « note sensible »[1]. Cette dérogation au diatonisme fut popularisée par la musique des trouvères et des troubadours ! Elle s'introduisit aussi dans le chant d'église; mais l'autorité ecclésiastique la repoussait. Une bulle du pape Jean XXII, en 1322, interdit cette surélévation de la note pénultième : on s'abstint alors de la noter, mais on persista à l'exécuter. C'était bien une véritable altération de la note, qui gardait son nom : aussi appelait-on « *musica ficta* » la musique qui employait cette altération.

Ces notes altérées n'étaient que des notes d'ornement. Mais d'un autre côté on fut amené à introduire les mêmes sons, sans sortir du diatonisme, par une autre voie, par l'usage de la modulation, c'est-à-dire du changement de tonalité à l'intérieur d'une pièce musicale. Primitivement, dans la musique homophone, la modulation était limitée à l'emploi du tétracorde conjoint et du disjoint concurremment dans une même mélodie. Mais la musique polyphonique fit naître de nouveaux besoins. Vers la fin du Moyen Age, elle fit de grands progrès : à l'*organum* double, triple ou quadruple, composé de parties parallèles, succéda le contrepoint. Là les parties, loin de demeurer parallèles, se répondaient les unes aux autres en un véritable dialogue où les répliques chevauchaient. Un des moyens de développement de la pensée musicale fut l'*imitation*. Dans l'imitation dite « régulière », on transporte d'une partie à une autre un dessin mélodique en conservant exactement les intervalles des notes qui le composent. En voici un exemple, tiré du motet « *O vos omnes, qui transitis per viam* » de Vittoria :



L'imitation régulière, quand elle n'est pas faite à l'unisson ou à l'octave, fait nécessairement sortir de la tonalité : ainsi dans cet exemple l'*antécédent* (le fragment chanté par les soprani) appartient à la tonalité de *si*♭ mineur; le *conséquent*, chanté par les alti, appartient à la tonalité de *fa* mineur.

Ainsi s'introduisit d'une façon régulière l'emploi de la modulation. Sous l'influence de l'imitation, l'oreille s'habitua non seulement à tolérer, mais à rechercher le passage d'une tonalité à une autre, et l'usage de la modulation s'étendit indéfiniment en prenant une importance croissante dans la musique ; à tel point qu'aujourd'hui la marche des modulations, le choix prémédité des tonalités qui se succèdent, est devenu un des moyens fondamentaux de la construction d'une œuvre musicale.

La modulation exige la création de notes nouvelles. Prenons par exemple la modulation la plus simple, produite par l'imitation régulière à la quinte. Si l'on imite une mélodie en *ut* en

1. M. G. Sizes n'admet pas qu'on dise : la tonique *attire* la note sensible. C'est, dit-il, « un non-sens acoustique. Pour qu'un aimant attire, il faut d'abord qu'il existe ». Mais il ne s'agit pas d'une attraction matérielle. C'est la *pensée* de la tonique qui attire la *pensée* de la note sensible; quand le chanteur est sur le point d'émettre la note sensible, il pense préalablement à la tonique, et l'aimant préexiste bien à ce qui est attiré.

prenant *sol* pour nouvelle tonique, et si le système musical employé est celui d'Eratosthène ou celui d'Aristoxène, la nouvelle tonalité aura des notes communes avec la première, savoir : *sol, la, si, ut, ré, mi;* mais le septième degré devant être à 1/2 ton de la tonique aiguë, le *fa* du ton d'*ut* ne peut plus servir : il doit être remplacé par une note plus élevée d'un demi-ton : nous la nommons aujourd'hui *fa*♯ parce qu'elle se trouve être identique au *fa* altéré de la *musica ficta*. Une nouvelle modulation, où la nouvelle tonique sera le *ré*, quinte de sol, introduira de même la note nouvelle *ut*♯, et ainsi de suite. C'est ainsi que s'engendrent, diatoniquement, tous les dièses et tous les bémols, les doubles dièses et les doubles bémols : ils sont essentiellement caractéristiques de nouveaux tons. Ils n'appartiennent pas à une gamme, mais à plusieurs gammes différentes.

Non seulement dans l'Antiquité, mais au Moyen Age, où nous trouvons l'harmonique grecque mise en œuvre dans le chant grégorien, on n'avait aucun besoin de grouper à l'intérieur d'une octave des notes appartenant à des tonalités différentes. Ce n'est qu'au XVIIe siècle de notre ère que, sous l'influence des besoins de la musique polyphonique, qui, par le procédé de l'imitation, comme nous venons de le voir, faisait entendre *simultanément* des fragments de mélodie appartenant à des tonalités différentes, s'est introduite l'idée d'une échelle fixe comprenant des sons propres à des tonalités diverses, et alors il est devenu rationnel de comparer, par exemple, la note sensible du ton de *sol* au quatrième degré du ton d'*ut*.

Le groupement des notes altérées avec les notes naturelles, groupement antimusical comme enchaînement mélodique, est nécessaire au facteur d'orgues ou de pianos, qui doit fournir à toute hauteur le matériel sonore nécessaire à l'emploi de tous les tons. Mais il est peut-être à regretter qu'on lui applique le nom de *gamme*, qui fait penser à des notes enchaînées les unes aux autres par un lien mélodique. Il me paraît surtout à regretter que, dans les études de mécanisme instrumental, les élèves-musiciens s'habituent l'oreille à la gamme dite chromatique (laquelle est absolument étrangère au genre chromatique grec), gamme propre à détruire la délicatesse du sens musical, puisqu'elle prive les notes de toute fonction tonale et façonne l'oreille à trouver toute naturelle une succession de sons qui devrait être pénible à entendre.

Les notes altérées sont, dans la musique antique, et en particulier dans le chant grégorien, qui la fait revivre pour nous, essentiellement des notes de remplacement, et non de juxtaposition. C'est à la musique moderne seule qu'appartiennent les relations dites chromatiques telles que

Certes les notes du *pycnon* grec étaient encore plus rapprochées les unes des autres; mais elles conservaient toujours le caractère d'éléments d'un tétracorde déterminé. Même dans la musique moderne, ces relations dites chromatiques donneraient à la mélodie un caractère maladif si l'on en faisait un usage très fréquent; et quant aux successions de nombreuses notes à intervalles de demi-ton, elles devraient être réservées à l'imitation du bruit du vent ou d'autres bruits non musicaux.

IV. — Réalisation, sur les instruments, des sons déterminés théoriquement

Jusqu'ici nous nous sommes occupé de la détermination théorique des sons musicaux. Mais ces sons doivent être entendus. Comment est-il possible de faire produire sur des instruments de musique les sons choisis?

Nous avons trouvé deux méthodes de détermination théorique : la détermination pythagoricienne, fondée sur les rapports de longueurs des cordes vibrantes, ce qui revient au même que la détermination moderne fondée sur les rapports de fréquence du mouvement vibratoire; et la détermination aristoxénienne, fondée sur l'addition d'un intervalle élémentaire. Laquelle de ces deux méthodes conduit à des résultats susceptibles d'être réalisés matériellement?

Certes la division d'une corde en parties mesurées est un fait concret qui peut être réalisé mécaniquement, sans autre erreur indéterminée que l'erreur inévitable dans l'exécution mécanique de toute mesure. Mais ce procédé pour réaliser les sons ne peut être employé pratiquement que d'une manière exceptionnelle, parce que, pour que des cordes pussent être accordées d'après leur longueur, il faudrait qu'elles eussent des tensions invariables en même temps que des longueurs invariables, ce qui est impossible.

D'un autre côté, la détermination aristoxénienne des sons mérite bien réellement le reproche exprimé par Ptolémée : elle ne repose sur

aucune réalité matérielle; elle suppose toujours réalisés au préalable un certain nombre d'intervalles par la mesure pythagoricienne. Il ne suffit pas de mesurer l'intervalle d'octave, car le musicien ne pourrait pas, par l'oreille seule, prendre le douzième de cet intervalle. Il faudra encore mesurer ceux de quinte et de quarte. Une fois ces intervalles réalisés par la méthode pythagoricienne, l'oreille les retient par la mémoire, de sorte qu'après avoir chanté les notes *la-mi* et *la-ré*, le musicien est apte à chanter aussi l'intervalle *mi-ré*, en rapprochant les deux sons *mi* et *ré* qu'il se rappelle. Ainsi est fixé pour l'oreille, sans mesure géométrique nouvelle, l'intervalle musical d'un ton. De plus, le sens musical possède l'aptitude à transposer les intervalles, c'est-à-dire à reproduire les intervalles qu'il connaît, à partir d'un premier son quelconque. Aussi le musicien peut-il, sans faire aucune nouvelle mesure matérielle, superposer des quintes les unes aux autres, ou superposer des tons, et par des reculs d'octave ou de quinte, ou de quarte ou de ton, remplir la quarte, ou la quinte, ou l'octave, ou un intervalle quelconque, de sons qui, par leur mode de génération, appartiendront théoriquement à la gamme dite pythagoricienne, c'est-à-dire au système disjoint d'Eratosthène. C'est le seul procédé pratique pour la réalisation des sons de cette gamme : à l'origine, détermination géométrique d'intervalles fixes, qui sont pour l'oreille des modèles reçus de la raison, comme le veut Ptolémée, et agréés par le sentiment; puis transposition de ces modèles à partir de divers sons pris pour origines, sans autre guide que l'oreille.

Ce procédé ne conduit donc pas à la gamme d'Aristoxène; mais, comme il repose sur l'aptitude de l'oreille à reconnaître les intervalles, et que la sensibilité du sens musical ne permet pas de distinguer sûrement un limma $\left(\frac{2^8}{3^5}\right.$ ou $\left.\frac{256}{243}\right.$, soit en mesure moderne 23^{σ}) d'un vrai demi-ton $\left(\sqrt{\frac{9}{8}}\right.$, soit $\left.25^{\sigma},5\right)$ ni d'un vrai douzième d'octave $\left(\sqrt[12]{2}\right.$, soit $\left.25^{\sigma},1\right)$, Aristoxène peut l'employer et l'emploie en effet pour produire les sons réels sur les instruments.

Naturellement Aristoxène ne se rend pas un compte exact de l'approximation qu'il emploie : aussi est-il facile de relever des inconséquences dans ses affirmations. C'est ainsi qu'il formule le principe suivant : « Dans tous les genres, si l'on part d'un son quelconque pour parcourir l'échelle de degré en degré soit vers le grave soit vers l'aigu, le quatrième son que l'on rencontre doit former une consonance de quarte avec le premier, ou le cinquième une consonance de quinte [1]. » Ce principe est appliqué rigoureusement dans l'échelle d'Eratosthène, mais il ne peut pas l'être dans celle d'Aristoxène. De même les règles pratiques reproduites d'après Aristoxène par M. Gabriel Sizes (note du 5 août 1918) conduisent à des sons qui ne présentent pas entre eux les intervalles de tons et demi-tons aristoxéniens.

Les inconséquences du système d'Aristoxène proviennent de l'indétermination de l'approximation avec laquelle ses mesures sont faites. La base de son système de logarithmes est $\sqrt[2]{\frac{9}{8}}$ ou $\sqrt[12]{2}$ ou $\frac{2^8}{3^5}$. Ces nombres diffèrent très peu l'un de l'autre; en les prenant indifféremment pour bases, on arrive aux mêmes mesures logarithmiques approchées. Mais si l'on prend pour base $\sqrt[12]{2}$, les octaves, mesurées par les multiples de 12, sont justes, et tous les autres intervalles sont faux; si l'on prend une base telle que la quinte 7 soit juste, l'octave 12 est fausse. En somme les définitions du demi-ton d'Aristoxène : le $\frac{1}{12}$ de l'octave, le $\frac{1}{7}$ de la quinte, le $\frac{1}{5}$ de la quarte, le $\frac{1}{2}$ de la différence de la quinte à la quarte, ces définitions sont, rigoureusement parlant, incompatibles.

Aristoxène a donc visiblement échoué dans sa tentative d'émancipation parfaite de la musique à l'égard de la géométrie, et aujourd'hui nous voyons clairement qu'il ne pouvait en être autrement, puisque ses mesures numériques ne sont que des logarithmes appartenant à un système dont la base n'est pas un nombre exactement défini. Mais comme il est impossible, sinon dans des expériences d'acoustique, du moins dans l'emploi des instruments de musique, de réaliser les sons déterminés géométriquement, autrement que par le jugement de l'oreille, les inconséquences du système d'Aristoxène perdent toute importance dans le domaine pratique.

Ce qui est à retenir comme gamme d'Aristoxène, c'est sa gamme théorique, procédant par tons et demi-tons additifs.

Cette gamme présente le grand avantage de fournir des sons intermédiaires entre ceux de

1. Citation empruntée à Louis LALOY : *Aristoxène de Tarente*, p. 223.

deux gammes exactes : celle d'Eratosthène, où ne figurent que les facteurs premiers 2 et 3 et qui a été employée pendant tout le Moyen Age, et une nouvelle gamme où intervient le facteur premier suivant, 5, qui utilise la tierce $\frac{5}{4}$ figurant dans le tétracorde diatonique intense de Ptolémée, et qui a été adoptée pour les calculs depuis le XVIIe siècle de notre ère sous les noms de gamme de Ptolémée ou de Zarlino. Il est inutile d'étudier ici cette dernière gamme, qui est exposée dans l'enseignement officiel. Son avantage particulier est de posséder une tierce rigoureusement consonante, comme appartenant à la série des premiers harmoniques, et donnée naturellement par le cor et la trompette. Grâce à cette qualité de sa tierce, elle a servi, et pouvait seule servir, à constituer des *accords*, et l'harmonie moderne repose sur cette dernière gamme. Mais elle est inutilisable dans les modulations, parce qu'elle ne présente que très peu de notes communes à des tonalités différentes. Par exemple, son *mi* $\frac{5}{4}$, tierce de la tonique *ut*, n'est pas le second degré de la gamme qu'on formera en prenant son *ré* pour nouvelle tonique : ce second degré est $\frac{9}{8} \times \frac{9}{8}$ (diton pythagoricien au-dessus de *ut*).

Mais, si le tétracorde diatonique intense de Ptolémée peut être remplacé sans offense pour l'oreille, comme le reconnaît Ptolémée, par le tétracorde d'Eratosthène, à plus forte raison pourra-t-il l'être par le tétracorde d'Aristoxène, dont les sons ont des hauteurs intermédiaires entre les correspondants de ces deux tétracordes. La gamme d'Aristoxène peut donc remplacer à la fois la gamme pythagoricienne (d'Eratosthène) et la gamme dite de Ptolémée.

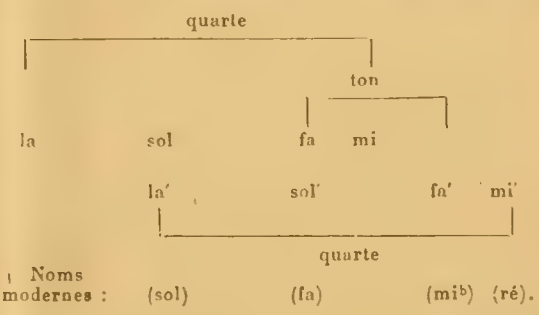
Les musiciens modernes profitent de la légitimité pratique de la confusion entre les trois gammes. Ils empruntent au système pythagoricien le catalogue général théorique de toutes les notes utilisées dans tous les tons sans avoir égard aux fonctions tonales des notes; dans chaque ton isolé, ils attribuent aux notes de la gamme leurs valeurs ptoléméennes de façon à en faire des accords dérivés de l'accord parfait 4-5-6 ; et, pour l'exécution sur les instruments à sons fixes, ils n'emploient que les sons de la gamme dite *tempérée*, c'est-à-dire de la gamme théorique d'Aristoxène.

V. — Conclusion

La doctrine d'Aristoxène doit être considérée de deux points de vue : du point de vue théorique (définition des notes musicales) et du point de vue pratique (réalisation des notes sur les instruments).

Les mesures théoriques des intervalles musicaux constituent la partie originale de la doctrine d'Aristoxène. Il prend pour point de départ la définition pythagoricienne de l'octave, de la quinte et de la quarte. Il prend pour unité d'intervalle musical la différence entre la quinte et la quarte, le *ton*. Pour mesurer tous les intervalles, cette unité est trop grande : il adopte des sous-multiples.

Pour constituer les sous-multiples, il divise arithmétiquement, et non par extraction de racine $n^{\text{ième}}$, l'intervalle de ton tel que le connaît l'oreille. Le musicien ne peut pas, par l'oreille seule, effectuer directement cette division; mais il peut, dans la quarte descendante *la-mi*, insérer deux tons, ce qui donne les notes *sol*, *fa*; entre *fa* et *mi* il y a un résidu; si le musicien transpose la formule mélodique *la-sol-fa-mi* à partir de *sol* pour origine, il trouve, comme le montre le schéma ci-dessous, une nouvelle parhypate, que j'appellerai *fa'* (troisième terme de



la nouvelle quarte *la'-sol'-fa'-mi'*), à laquelle aujourd'hui nous donnerions le nom de *mi*^b; son oreille a retenu le premier *mi*, et juge que l'intervalle entre celui-ci et le *fa'* est le même que l'intervalle entre le *fa* et le *mi*. Nous savons que l'égalité n'est pas rigoureusement exacte, mais l'oreille ne sent pas la différence. Dès lors cet intervalle, le résidu compris entre *fa* et *mi*, est, pour l'oreille, le *demi-ton*, et voilà réalisée, par l'oreille, la division du ton en deux parties égales.

L'évaluation par l'oreille d'un intervalle musical moitié d'un autre est obtenue par le même procédé que l'évaluation par l'œil d'un éclairement moitié d'un autre. On constate avec un photomètre que deux sources lumineuses, placées à la même distance de l'écran, y produisent des éclairements égaux, que par conséquent elles sont égales ; puis on constate que, placées tout à côté l'une de l'autre, c'est-à-dire sensiblement au même point, elle produisent un éclairement égal à celui que produit une seule source placée

à la même distance de la surface éclairée; et l'on affirme que l'éclairement produit par l'une des petites sources est la moitié de l'éclairement produit par la grande.

Si l'intervalle ainsi déterminé est bien un demi-ton, il est contenu 5 fois dans la quarte, 7 fois dans la quinte, 12 fois dans l'octave.

Le principe de la division arithmétique d'un intervalle est ainsi établi. Dès lors on peut, théoriquement, diviser le ton en quarts ou en huitièmes. Les sous-multiples du ton sont, pour Aristoxène, comme nous l'avons vu, le demi-ton, le tiers, le quart et le huitième de ton. Mais ces trois derniers sous-multiples ne sont employés par lui qu'à la génération de genres tombés aujourd'hui en désuétude : nous n'avons donc à retenir, pour comparer la musique aristoxénienne à la nôtre, que le demi-ton.

Ainsi le système propre d'Aristoxène repose sur la confusion, considérée comme fait expérimental, entre le limma et la moitié d'un ton, confusion géniale, qui le conduit, comme nous l'avons montré, à trouver le principe du calcul par logarithmes. Par cette nouvelle manière de calculer les intervalles au moyen d'une unité additive, Aristoxène affranchit, non pas absolument, mais dans la mesure légitime, la musique-art de la musique-science, et il consacre un système d'approximation sans lequel tout le développement de l'harmonie moderne aurait été impossible.

Léon Boutroux,
Professeur à l'Université de Besançon.

LA COMBUSTION DE SURFACE

I. — Historique

Humphry Davy, au cours de ses recherches sur les flammes en 1817, constata qu'un fil de platine chaud, introduit dans un mélange de gaz d'éclairage et d'air rendu inexplosible par un excès de combustible, rougit immédiatement et reste à cet état jusqu'à ce que tout l'oxygène du mélange ait disparu. Plus tard Dulong et Thénard, William Henry et Th. Graham reprirent cette question ; ils établirent que les métaux du groupe du platine, principalement, possèdent la propriété de déterminer la combustion des gaz à des températures relativement basses ; de tous les gaz combustibles, c'est avec l'hydrogène que ce phénomène se produit le plus facilement.

Le mécanisme de cette combustion de surface fut l'objet d'une controverse célèbre entre Faraday et de la Rive en 1834-5. Ce dernier émit l'hypothèse que cette combustion était le résultat d'oxydations et de réductions de la surface alternant rapidement. Faraday pensait que la surface condense à la fois l'oxygène et les gaz combustibles, ce qui produirait dans les couches superficielles un état comparable à celui qui résulte d'une pression élevée.

Cette intéressante question fut ensuite longtemps négligée. Elle ne fut reprise qu'en 1887 par Fletcher, qui montra la possibilité de réaliser la combustion de surface avec des métaux autres que ceux du groupe du platine. Il injectait un mélange de gaz et d'air sur une grosse boule de fil de fer, chauffée au préalable à une température suffisante pour amorcer la combustion continue superficielle. La flamme était éteinte en suspendant momentanément l'arrivée du mélange combustible ; puis la combustion superficielle s'amorçait dès que le mélange combustible arrivait à nouveau au contact de la masse encore chaude et la température augmentait dans de très fortes proportions.

W. A. Bone reprit cette question en 1902 et l'étudia très à fond. Il trouva : 1° que toutes les surfaces possèdent la propriété d'accélérer la combustion gazeuse à des températures inférieures au point d'inflammation, et cela à des degrés différents selon leur caractère chimique et leur texture physique ; 2° que cette combustion superficielle accélérée dépend de l'absorption du combustible gazeux et vraisemblablement aussi de l'oxygène par la surface, ce qui l'active (probablement l'ionise) par association avec la surface ; 3° que la surface elle-même se charge électriquement pendant la combustion. Ces faits sont établis clairement par l'examen de la surface d'une toile métallique en fil d'argent avant et après une assez longue série d'expériences, où elle avait servi d'agent catalyseur pour la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène à 400°C. Les fils avaient un aspect givré résultant de l'action de creusement des gaz pendant leur absorption par la surface.

L'on ne sait pas encore d'une façon certaine comment agit la surface dans la combustion sans

flamme ; mais, ce qui est indéniable, c'est le rôle que joue cette surface. Sir J. Thomson a exposé en 1910 à la « British Association » que la combustion met en jeu non seulement des atomes et des molécules, mais encore des électrons; il émettait l'hypothèse que l'émission, par les surfaces chaudes, de particules chargées électriquement constitue un facteur extrêmement important de leur influence. C'est un fait connu que les surfaces incandescentes émettent des torrents d'électrons animés d'une grande vitesse; il en résulte la formation de couches de gaz électrisé dans lesquelles les changements chimiques se produisent avec une extrême rapidité.

II. — Applications industrielles

La combustion sans flamme a reçu en Angleterre principalement, sous l'impulsion de M. le Professeur Bone, certaines applications industrielles. Les avantages de ce procédé, connu sous le nom de procédé « Bonecourt », sont les suivants : 1° La combustion est accélérée dans de très grandes proportions par la surface incandescente, et peut, à volonté, être concentrée à l'endroit exact où la chaleur doit être appliquée ; 2° La combustion est parfaite avec un excès d'air réduit au minimum ; 3° L'obtention de températures élevées peut être réalisée sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des dispositifs de récupération de chaleur; 4° Par suite de la proportion énorme d'énergie rayonnante développée, la transmission de chaleur du siège de la combustion à l'objet à chauffer est excessivement rapide.

Le premier dispositif qui fut utilisé pour réaliser la combustion sans flamme et qui a servi à l'étude de cette question est représenté par la figure 1. Le mélange homogène de gaz et d'air était envoyé sous faible pression à travers un diaphragme poreux constitué par des substances réfractaires ; le mélange brûlait sans flamme sur le côté de sortie des gaz ; cette surface était ainsi maintenue à l'état d'incandescence. Le diaphragme se compose de grains de briques réfractaires agglomérés au moyen d'un liant quelconque. La porosité du diaphragme est établie selon la nature du gaz à employer. Le diaphragme est monté dans un logement approprié, de telle sorte que l'espace compris entre le diaphragme et l'enveloppe forme chambre d'alimentation du mélange gazeux.

Pour allumer ce dispositif, l'on faisait tout d'abord arriver le gaz seul, et on l'enflammait lorsqu'il arrivait sur la surface ; l'air était ensuite ajouté graduellement jusqu'à se trouver en proportion voulue dans le mélange. La flamme, d'abord lumineuse, perd peu à peu de sa luminosité, au fur et à mesure que la quantité d'air ajouté augmente, et en même temps diminue de longueur; finalement, elle se retire sur la surface qui prend aussitôt une teinte bleuâtre; mais bientôt les grains de la surface sont portés au rouge, en prenant un aspect truité caractéristique; finalement, toute la surface devient rouge et la combustion superficielle accélérée proprement dite commence. Tout aspect de flamme disparaît; il se manifeste seulement un rayonnement calorifique intense, qui peut être maintenu aussi longtemps qu'on le désire. Les essais effectués avec le diaphragme ont permis de faire un certain nombre de remarques intéressantes.

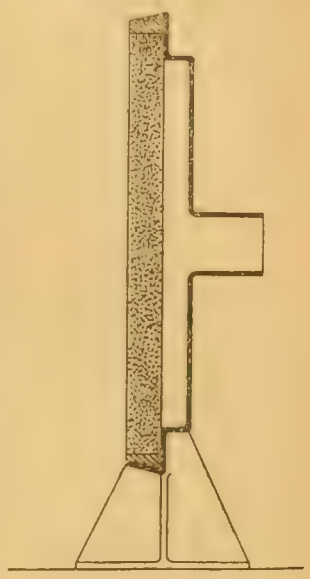


Fig. 1. — *Premier dispositif employé pour réaliser la combustion sans flamme.*

La combustion réelle est localisée dans une couche très mince de 3 à 6 millimètres d'épaisseur seulement : il n'y a pas trace de chaleur dégagée dans aucune autre partie de l'appareil, à tel point que l'on peut poser la main sur le dos de l'appareil en plein fonctionnement. La combustion du gaz est absolument complète, pourvu que le mélange d'air et de gaz soit en proportions convenables. La température à la surface du diaphragme peut être réglée instantanément en faisant varier la quantité de gaz alimentée. Le diaphragme de la figure 1 peut être employé dans toutes les positions, sous un angle quelconque. Une grande variété de combustibles est utilisable : gaz de ville ou de fours à coke, seuls ou mélangés de gaz pauvre, gaz naturel, air carburé, gaz à l'eau carburé. Enfin, l'incandescence ne dépend pas de la nature de l'atmosphère extérieure, c'est-à-dire qu'une fois le diaphragme porté au rouge et les proportions de gaz et d'air bien réglées, la surface se maintient incandescente même dans une atmosphère d'acide carbonique.

Ce dispositif de diaphragme a été utilisé pour la cuisine domestique, puis industriellement pour le chauffage et la concentration du sirop de sucre. Le sirop est mis dans des bassines en

cuivre placées au-dessus d'un diaphragme circulaire de 33 cm. de diamètre (fig. 2) : l'alimentation du mélange gazeux est réglée au moyen d'un levier qui commande d'un même mouvement les robinets d'air et de gaz. L'allumage est réalisé automatiquement au moyen d'une petite lampe pilote. Chaque bassine effectue 10-12 cuites par jour : certains diaphragmes sont en service journalier continu depuis un an environ.

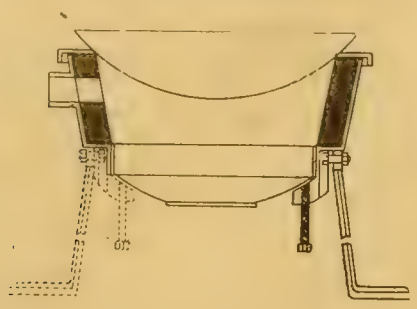


Fig. 2. — *Dispositif à combustion sans flamme pour le chauffage et la concentration des sirops de sucre.*

Avec ces appareils, une longue pratique a permis de constater que la consommation de gaz était la moitié de celle résultant de l'emploi des brûleurs à gaz ordinaires.

Il existe un second procédé de combustion superficielle, applicable à tous les combustibles gazeux ou vaporisés : il consiste à injecter, à travers un

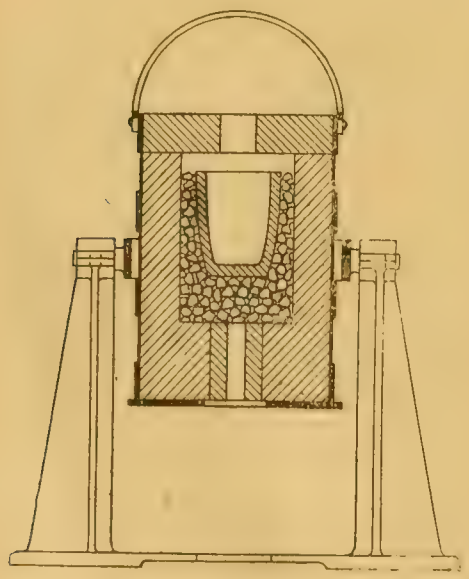


Fig. 3. — *Dispositif de chauffage d'un creuset par la combustion sans flamme.*

orifice approprié, à une vitesse plus grande que celle de retour de flamme, un mélange explosif de gaz (ou de vapeur) et d'air, en proportions de combinaison, dans un lit de grains de matières réfractaires incandescentes disposées autour ou à proximité du corps à chauffer; la figure 3 montre comment ce procédé peut être appliqué au chauffage d'un creuset. Ce dernier est entouré d'une couche de grains de substance réfractaire incandescents. Le mélange de gaz et d'air est injecté à grande vitesse à travers un orifice étroit à la base du four et vient frapper sur la masse incandescente ; la combustion s'effectue immédiatement et sans flamme. Le siège de la combustion active est à la partie inférieure de la couche : les gaz brûlés, en s'élevant à travers les couches supérieures, leur abandonnent rapidement leur chaleur et les maintiennent à l'incandescence. Ce dispositif est applicable à tous les types de fours, par exemple au chauffage des moufles, creusets, cornues, etc. Il n'est pas nécessaire que la couche de substance réfractaire soit épaisse, puisqu'une faible épaisseur suffit pour que la combustion soit complète. Il n'est pas nécessaire non plus que cette couche soit disposée autour de l'objet à chauffer; elle peut être placée dans des tubes qui traversent le corps ou le fluide à chauffer.

Avec ces dispositifs l'on peut obtenir des températures très élevées, la seule limite semblant être les qualités réfractaires des substances constituant l'enceinte à chauffer (moufle ou creuset). Dans un four à creuset chauffé par ce procédé avec du gaz de ville, l'on est arrivé à fondre un cône de Séger n° 39 (1.880°C.), ce qui aurait permis de fondre du platine. Sans récupération de chaleur, l'on peut atteindre facilement 2.000°C. avec du gaz de ville et 1.500°C. avec du gaz pauvre (gaz Mond).

L'utilisation la plus importante de la combustion superficielle, ou du moins celle qui a été étudiée le plus complètement, a été la production de vapeur dans les chaudières multitubulaires. Le premier essai de Bone se rapportant à cette question fut effectué au moyen d'un simple tube d'acier de 76 mm. de diamètre et de 91 cm. de longueur, rempli de grains de substances réfractaires et placé dans l'eau; il était possible d'y brûler par heure 2,83 m³ de gaz de ville en mélange avec 15,6 m³ d'air; les gaz sortaient du tube à la température de 200°C. La transmission de chaleur atteignait 88 % et la quantité d'eau évaporée par mètre carré de surface de chauffe était le double de celle d'une chaudière de locomotive. Le gaz était complètement brûlé à 10-12 cm. de son entrée dans le tube. 70 % de l'évaporation totale se produisait dans les 30 premiers centimètres, 22 % dans les 30 suivants et

8 % dans les 30 derniers. Les matières réfractaires qui se trouvent dans les deux derniers tiers du tube forment chicanes pour les gaz chauds brûlés et les font frapper contre les parois du tube ; ceci augmente leur refroidissement et empêche la formation d'une pellicule immobile faiblement conductrice qui, dans les chaudières ordinaires, entrave sensiblement la transmission de la chaleur.

Ayant obtenu des résultats aussi encourageants, Bone construisit une petite chaudière d'essais qui lui permit de confirmer les conclusions de ses premières expériences. Il fit ensuite construire aux hauts fournaux de Skinningrove une chaudière qui devait être chauffée au moyen de gaz de fours à coke.

Cette chaudière consiste en une virole de 3 m. de diamètre et de 1 m. 20 de l'avant à l'arrière ; elle est traversée par 110 tubes en acier de 7,6 cm. de diamètre intérieur, dans lesquels sont bourrés des fragments de substances réfractaires. A l'avant de la chaudière est placée une chambre d'alimentation qui distribue dans les 110 tubes le gaz de fours à coke à 15-20° C. sous une pression de 25 à 50 mm. d'eau. Ce gaz avec une proportion réglée d'air est aspiré par un ventilateur, à travers un court tube de mélange, dans chacun des tubes de combustion où il brûle sans flamme au contact des matières réfractaires incandescentes. Les gaz brûlés ayant traversé les tubes s'échappent dans une chambre semi-circulaire à l'arrière de la chaudière et se rendent au réchauffeur d'eau. Le ventilateur est placé immédiatement après cet appareil.

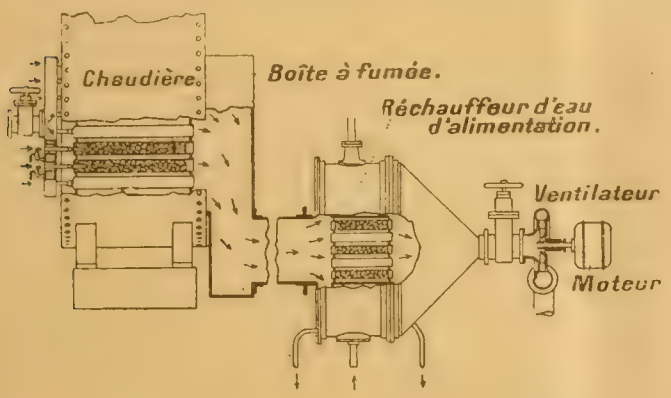


Fig. 4. — *Chaudière à combustion sans flamme.*

Cette chaudière, après un essai ininterrompu d'un mois, fut visitée ; l'on constata que les tubes n'étaient pas entartrés ; par suite de l'évaporation excessivement intense, le tartre aussitôt formé tombe de lui-même et d'une façon continue des tubes à l'état des fines pellicules d'environ 8/10 de millimètre d'épaisseur.

Les résultats indiqués ci-dessous sont ceux d'un essai effectué en présence d'une Commission d'ingénieurs américains venus pour examiner cette chaudière :

Durée de l'essai	10 heures
Pression moyenne de la vapeur	6,8 kgs.
Volume du gaz brûlé	2.882 m³
Pouvoir calorifique du gaz	4.545 cal. par m³
Chaleur totale fournie	13.098.690 calories
Température des gaz quittant la chaudière	196°C.
Température des gaz quittant le réchauffeur d'eau	94,6°C.
Eau totale vaporisée	22.600 litres
Vaporisation en kgs par m² de surface de chauffe et par heure	68,8 kgs.
Sécheresse pour cent de la vapeur	99,3
Chaleur totale utilisée	12.170.695 calories
Rapport : $\frac{\text{Chaleur utilisée}}{\text{Chaleur fournie}} =$	0,927
Force prise par le ventilateur (Aspiration de 50 cm. d'eau.)	8,2 H. P.

Après cinq mois de service ininterrompu de jour et de nuit, un tube de la chaudière fut démonté et soumis à des essais mécaniques. Ceux-ci furent absolument concluants : les propriétés du métal (résistance à la traction, limite d'élasticité, striction, etc.) n'avaient été altérées en aucun façon.

Au cours de ces essais, l'on se rendit compte que les bourrages de grains de produits réfractaires convenaient très bien pour des gaz parfaitement propres, c'est-à-dire débarrassés de poussières et de goudrons, mais qu'il était préférable d'employer des dispositifs rigides pour les gaz de gazogène qui contiennent toujours des impuretés. Le dispositif représenté par la figure 5 a donné de bons résultats. Le mélange gazeux passe à la surface de ce dispositif au contact duquel il brûle à très grande vitesse.

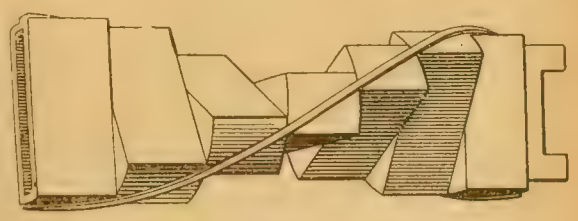


Fig. 5. — *Blocs creux pour le remplissage des tubes à combustion sans flamme.*

L'expérience a montré qu'il était plus avantageux d'employer des tubes plus longs et de plus grand diamètre (de 4 à 6 m. de longueur et de 15 cm. de diamètre) ; de cette façon, le nombre de brûleurs peut être réduit. Dans une

chaudière ainsi construite, les gaz sortaient de la chaudière à 250°C., la pression de vapeur étant de 6 kgs. La composition des gaz brûlés était la suivante :

CO^2 = 18,1 %	O^2 = 1,2 %
CO = néant	N^2 = 80,7 %

Des chaudières multitubulaires dont les tubes sont bourrés de matières réfractaires peuvent être utilisées également avec d'excellents résultats pour récupérer la chaleur des gaz de combustion. Cela tient très vraisemblablement à la grande vitesse avec laquelle les gaz traversent les tubes, tout en étant projetés sous différents angles contre les parois du tube, condition primordiale pour une bonne transmission de chaleur.

Appliqué de cette façon, le système Bonecourt est employé pour la production de vapeur au moyen de gaz de fours à coke sans régénération, de gaz de fours à sole, de gaz d'échappement de moteurs à gaz. Le rendement varie de 50 à 80 % selon la température des gaz brûlés, qui peut varier entre 400 et 1.000°C.

En Amérique, il existe un certain nombre de fours de trempe et de fours à recuire chauffés au moyen de la combustion superficielle ; certains de ces fours ont les dimensions suivantes : 6,70 m. de longueur, 2,40 m. de largeur et 2,10 de hauteur. Ces fours ont donné d'excellents résultats.

La combustion sans flamme n'en est encore qu'à ses débuts. Les résultats excessivement encourageants obtenus pour la production de vapeur et le chauffage des fours métallurgiques montrent l'importance que peut prendre ce mode de combustion dans l'industrie. Il y a là toute une technique à créer et il est permis de croire qu'elle sera très fructueuse.

M. Desmarets.

LA RECHERCHE DES GISEMENTS DE PÉTROLE[1]

Rien ne peut mieux montrer l'importance primordiale des pétroles que l'énoncé le plus élémentaire des applications des divers produits de leur distillation : gazoline, restée le meilleur carburant connu malgré les recherches de mélanges de remplacement ; kérosine (pétrole), de plus en plus employée pour l'éclairage domestique malgré la propagation du gaz et de l'électricité ; huiles lubréfiantes, indispensables à notre outillage économique, machines, matériel roulant, etc. ; huiles lourdes, résidus de distillation, utilisées soit pour les moteurs Diesel, soit comme combustible de choix supérieur aux meilleurs charbons.

Accessoirement, il est opportun de signaler que de tout nouveaux procédés de distillation et de raffinage, procédés Rittmann[2], assurant un meilleur rendement en gazolines, permettent d'extraire du pétrole les carbures aromatiques, benzène, toluène, qui trouvent dans l'industrie chimique des débouchés importants.

Escomptant l'évolution industrielle future, même en supposant que, par l'utilisation exclusive d'autres sources d'énergie, la gazoline, la kérosine, les huiles lourdes n'aient plus d'emplois, les huiles lubréfiantes n'en seront pas moins indispensables et leur préparation suffira à absorber la majeure partie des pétroles. Quoi qu'il arrive, nous ne sommes pas exposés à avoir des pétroles en excès, mais, bien au contraire, à en manquer, dans des délais plus ou moins lointains que l'on pourra bientôt évaluer.

Pendant l'année 1915, alors que tous les gisements connus étaient encore exploités, la production des pétroles a atteint quatre cent cinquante-deux millions de « barrels[1] », répartis comme suit :

Etats-Unis d'Amérique	67,75 %	Pérou	0,54 %
Russie	15,11	Allemagne	0,20
Mexique	7,34	Trinidad	0,18
Indes néerlandaises	2,73	Argentine	0,12
Roumanie	2,70	Egypte	0,05
Inde	1,69	Alsace	0,05
Galicie	0,80	Canada	0,05
Japon et Formose	0,68	Autres pays (ensemble)	0,01

Depuis 1915, l'exploitation des gisements de Russie et de Roumanie a été en partie arrêtée ; la prépondérance américaine s'est accrue malgré le développement intense des exploitations mexicaines et l'ouverture de nouveaux champs pétrolifères importants d'Asie Occidentale : en

1. Voir JEAN CHAUTARD : Le Problème de l'Origine des Pétroles. *Revue générale des Sciences*, t. XXV, n° 12, pp. 588-596 ; Paris, 1914.

2. W. F. RITTMANN : Manufacture of gazoline and benzene-toluene from petroleum and other hydrocarbons, in *U. S. A. Bur. of Mines Bull.* n° 114, Washington, 1916. — Voir aussi M. DESMARETS : La Pyrogénation des hydrocarbures (craking). Fabrication d'essence minérale, de benzène et de toluène au moyen des huiles lourdes de pétrole. *Rev. gén. des Sciences* du 28 févr. 1917, t. XXVIII, p. 109 et suiv.

1. « Barrel » américain de 158 litres 985.

1917 la production des Etats-Unis a dépassé 350 millions de « barrels » pour environ 500 millions de production mondiale.

Les puissances détentrices de grands territoires producteurs de pétrole ont aujourd'hui, pour n'envisager que celle-là, une suprématie économique manifeste sur toutes les autres puissances; la situation de celles-ci est particulièrement critique puisque, privées de pétrole, elles ne pourraient vivre ni industriellement ni socialement. Toute nation non-productrice de pétrole a donc le besoin impératif de rechercher et d'acquérir, partout où faire se peut, les gisements de pétroles susceptibles d'assurer, en totalité ou en partie, son indépendance économique.

Les enseignements tirés de plusieurs centaines de milliers de forages et des études géologiques des régions pétrolifères exploitées ont amené depuis peu à connaître, sinon dans tous leurs détails, tout au moins dans leurs éléments essentiels, les causes de la formation des gisements de pétrole; chaque jour, des observations nouvelles dans les divers ordres de sciences précisent ces connaissances et, au moment où se pose impérieusement la question du partage des gisements de pétrole du monde, chaque peuple dispose précisément de la plupart des données qui doivent permettre de rechercher et de trouver ces gisements.

I. — ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES GISEMENTS DE PÉTROLE

Les organismes animaux et végétaux sont à l'origine de tout gisement; leurs graisses, leurs hydrates de carbone, leurs matières albuminoïdes et gélatineuses, ensevelis dans les sédiments, constituent la *matière première* du pétrole. Dans certaines conditions de milieu réalisées dans les bassins d'évaporation d'eaux salées, bras de mer fermés, lagunes, atolls, etc., cette matière première a été *bituminisée;* les sédiments qui la renfermaient sont ainsi devenus des *roches mères d'hydrocarbures.* Les roches poreuses, interstratifiées dans les roches mères, déposées au-dessus d'elles ou venues à leur contact par des déplacements d'ordre tectonique, sont devenues les *roches magasins* recevant à l'état de pétrole — avec ou sans changement préalable d'état physique — les hydrocarbures expulsés des roches mères; les meilleures roches magasins sont les sables, les grès, certains calcaires magnésiens; à défaut de roches poreuses pouvant les emmagasiner, les hydrocarbures restent localisés dans leurs roches mères ou vont constituer dans des failles ou des fissures des gisements d'un type spécial; des roches mères poreuses peuvent elles-mêmes devenir des roches magasins. Les gisements de pétrole formés par la concentration des hydrocarbures, dans des roches magasins ou des fissures, ne peuvent être et subsister que s'ils sont recouverts par un *toit imperméable;* les meilleurs matériaux de ce toit sont les argiles, les marnes, les calcaires compacts; sa meilleure forme est la coupole.

Si les dépôts d'un complexe pétrolifère sont restés horizontaux, les hydrocarbures sont restés disséminés *in situ* dans leurs roches mères; une partie de ces hydrocarbures émigre bien, sous la pression des sédiments qui les recouvrent, dans des roches poreuses ou des fissures; mais il ne semble pas que des gisements exploitables aient pu en provenir. Si, au contraire, il y a eu des localisations dans la compression des roches mères, les hydrocarbures en ont été refoulés et sont venus s'accumuler dans les roches magasins; ils y ont formé des gisements dont l'importance est proportionnée à la masse des roches mères comprimées et leur richesse en matière première. Pratiquement, les poussées orogéniques ont été les principaux agents d'expulsion des hydrocarbures des roches mères. Les plissements simples, avec ondulations d'axe dont témoignent les successions de dômes et de cuvettes, correspondent aux localisations de gisements régies par la *loi anticlinale;* les plis couchés, les plis failles, les charriages, les failles, intéressant des roches mères ou des gisements préexistants, posent autant de problèmes particuliers. Normalement, le pétrole des gisements est en *équilibre dynamique :* dans cet état interviennent la pression des sédiments couvertures, les poussées latérales, les poussées des gaz et des eaux, etc.; dès que la couverture présente une fissure, les gaz s'échappent et à ce moment le trouble survient dans l'équilibre du gisement; après un délai plus ou moins long, l'érosion superficielle, facilitée par la fissure, intervient et met le gisement en contact régulier avec l'air : à ce stade le pétrole est en *équilibre statique;* l'érosion s'accentuant amène la *destruction* du gisement; celle-ci laisse parfois, comme derniers témoins, des affleurements de roches magasins imprégnées de pétroles ou de bitume.

Les eaux souterraines, fossiles ou non, peuvent être, tour à tour, le piston maintenant le pétrole en équilibre, le chassant ou le laissant s'écouler.

Au cours même de l'existence d'un gisement, toute modification dans la répartition des pressions peut provoquer la migration du pétrole.

Ces données succinctes sur la constitution des gisements de pétrole ne sont énoncées que

pour éclairer l'étude, présentée ici, qui a pour objet essentiel de montrer les voies et moyens de recherche des champs pétrolifères.

II. — Extension des roches mères d'hydrocarbures

La matière première des pétroles étant une matière animale ou végétale très facilement décomposable à l'air n'a pu être mise à l'abri dans les sédiments que pendant la vie ou immédiatement après la mort des organismes; l'ensevelissement rapide a dû empêcher tout contact ultérieur avec l'air; il est une des conditions de la substitution de la bituminisation aux décompositions nitrifiantes ou oxydantes. Cette condition est réalisée dans les mers peu profondes, au voisinage des continents susceptibles de fournir la matière minérale abondante nécessaire à l'ensevelissement; elle ne semble pas réalisée dans les grandes profondeurs marines.

Dans les lagunes et les mers intérieures en voie d'évaporation recevant d'abondants apports terrigènes, dans les récifs coralliens où les vases et le développement des jeunes organismes ensevelissent les organismes plus anciens, non seulement la matière première est abondante, mais encore elle est conservée en milieu halogène favorable à la bituminisation. L'extension des roches mères d'hydrocarbures est d'ores et déjà limitée par ces deux constatations. Les roches mères sont particulièrement abondantes lorsque les bassins d'évaporation qui les renferment ont été alternativement inondés et exondés : les régions et les périodes à régressions et transgressions intermittentes correspondent aux principaux gisements de pétroles[1].

Ces éléments d'appréciation et la comparaison avec les roches des gisements connus permettent de tenter une détermination de l'extension des roches mères d'hydrocarbures déposées au cours des périodes géologiques.

§ 1. — Ere primaire

Les roches mères de la *période silurienne*, les plus anciennes connues, sont localisées aux gisements de l'anticlinal de Cincinnati; il est seulement permis de supposer que, aux abords des boucliers primitifs, il peut exister d'autres roches mères, comparables, en particulier, aux formations récifales de bordure du facies des calcaires de Trenton.

La *période dévonienne* donne déjà des documents plus nombreux; les roches mères des Lacs Canadiens et de l'Ontario, soit schistes alternant avec des grès, soit calcaires récifaux, correspondent à des types de sédiments qui se rencontrent en Amérique du Nord et en Eurasie du Nord avec les mêmes caractères; l'analogie des roches mères du Timan avec celles du Mackensie est tout à fait frappante. Les roches mères dévoniennes doivent être recherchées en bordure des boucliers primitifs et aux abords des chaînes calédoniennes.

Les *périodes carbonifférienne* et *permienne* ont vu un important développement de roches mères d'hydrocarbures; celles des gisements connus s'échelonnent sur toute la bordure des Appalaches et de leurs prolongements occidentaux Boston Mounts et Wichita Mounts; elles s'y sont déposées depuis la fin du Dévonien jusqu'à la base du Permien : les roches mères s'élèvent à des niveaux variables dans la série géologique, mais partout elles passent, brusquement ou progressivement selon les localités, à des formations houillères. Cette vaste province américaine, riche en pétrole et en charbon, constitue une région périphérique où, pendant des temps très longs, se sont trouvés réunis une matière première abondante et des milieux sursalés favorables à sa bituminisation ; ces temps étant écoulés ou touchant à leur fin, la carbonisation s'est manifestée dans des eaux moins salées tant sur la même matière première que sur des éléments nouveaux apportés avec les dépôts terrigènes et prenant bientôt la prépondérance. La succession sel-charbon ou hydrocarbures-charbon, qui se retrouvera dans des gisements plus récents, s'observe plus ou moins haut dans la série, soit verticalement, soit latéralement. Si l'on s'en rapporte à la longue période de temps pendant laquelle ces phénomènes se sont superposés ou juxtaposés, il est à prévoir que leur extension n'est pas limitée à la bordure des Appalaches, mais intéresse d'autres régions périphériques.

Le champ de recherches des roches mères carboniférienne et permiennes englobe les dépôts lagunaires et récifaux répartis dans des territoires dont l'énoncé géographique ne saurait trouver place ici ; dans ce champ, il importe de rechercher tout particulièrement les formations en relation avec les dépôts de sel et les dépôts houillers, dans les régions où le sel a précédé le charbon.

§ 2. — Ere secondaire

La *période triasique* pendant laquelle les dépôts halogènes sont les plus fréquents et les plus considérables ne renferme que de rares petits gisements de pétrole : il y a là une exception

1. JEAN CHAUTARD : Les rapports des gisements pétrolifères avec les transgressions et les régressions marines. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLVIII, p. 2031 ; 29 juin 1914.

apparente aux relations habituelles entre le sel et le pétrole. Il est cependant hors de doute que la bituminisation s'est manifestée dans les grandes lagunes triasiques : on trouve, dans la plupart, des enduits et de petits niveaux de bitume, des inclusions de gaz hydrocarburés; mais jamais on n'y a signalé d'importants dépôts de roches mères. A Stassfurt, les cristaux de sel de la zone inférieure contiennent, en inclusion, 3 à 8 centimètres cubes d'hydrocarbures gazeux par kilogramme; la zone inférieure de sel de Stassfurt est en quelque sorte une roche mère de mauvaise qualité; la matière première du pétrole existait bien, mais l'apport des éléments nécessaires à son ensevelissement semble avoir fait défaut.

Deux bassins lagunaires paléozoïques ou mésozoïques du Sé-tchouen, presque juxtaposés vraisemblablement de même âge, fournissent à ce sujet des données intéressantes : le premier, recouvert par une puissante série de schistes, de calcaires marins alternant avec des marnes et des grès, ne renferme que des quantités infimes de gaz et de bitume; le second, où le sommet du calcaire marin est remplacé par des grès houillers, renferme de puissantes réserves de gaz et de pétrole. Il serait très important de compléter et de préciser ces observations.

Il est probable que nous trouverons d'abondantes roches mères dans des lagunes triasiques chaque fois qu'une sédimentation assez intense y aura accompagné ou suivi les phénomènes d'évaporation.

La *période jurassique*, considérée comme essentiellement tranquille, a été caractérisée par l'abondance de dépôts franchement marins; on connaît très peu de gisements jurassiques; il est cependant fort possible qu'il en existe parmi des formations récifales ou lagunaires de régions où la régularité et la tranquillité de sédimentation n'ont pas été la règle.

La même opinion peut être émise pour le début de la *période crétacique;* la fin de cette période présentant des caractères communs avec l'ère tertiaire sera examinée avec elle.

§ 3. — Ere tertiaire

Les roches mères des gisements les plus nombreux et les plus connus, Californie, Mexique, Caucase, Carpathes... — auxquels reviennent les trois cinquièmes de la production mondiale — appartiennent à des dépôts échelonnés du Crétacé supérieur au Pliocène; dans toute cette série, le facies lagunaire se représente assez fréquemment pour que, dans certains champs, on trouve une succession presque ininterrompue de complexes pétrolifères passant de l'un à l'autre, soit verticalement, soit latéralement; la Californie offre plusieurs exemples de gisements superposés du Crétacique au Miocène; le Texas montre des passages latéraux de gisements miocènes à des gisements éocènes et crétaciques.

La répartition géographique de tous ces gisements les fait apparaître comme des maillons d'une chaîne qui aurait jalonné les régions périphériques des temps secondaires et tertiaires; les roches mères connues du golfe du Mexique, de Californie, de l'Alaska, du Japon, des Indes, du Caucase, des Carpathes, etc., incitent en quelque sorte à la recherche des maillons qui doivent compléter la chaîne.

Au milieu du vaste champ de recherches qui s'ouvre ainsi à nous, l'exemple de la période miocène dans la région méditerranéenne est l'un des plus frappants; il intéresse les roches mères des gisements des Carpathes, du Caucase et, sans doute, de nombreux gisements encore inconnus. Au début de la période, la mer communiquant avec l'océan a été le siège de dépôts calcaires marins correspondant à l'étage *burdigalien;* les communications se ferment, de grands bassins d'évaporation se constituent : les formations halogènes du *Schlier* des Carpathes s'y déposent; plus tard, les communications avec l'océan se rétablissent, et c'est la nouvelle invasion marine de l'*Helvétien* et du *Tortonien;* mais de nouveau l'isolement se fait, les bassins lagunaires et les bassins d'eau douce du *Sarmatien* y correspondent; enfin l'abaissement du niveau marin s'accentue, les dépôts sarmatiens exondés sont en partie érodés pour faire place aux dépôts continentaux du *Méotien* et aux grands lacs d'eau douce du *Pontien*. Au cours de cette succession de phénomènes, les périodes du Schlier et du Sarmatien ont été particulièrement favorables aux dépôts de roches mères dans les bassins d'évaporation; les roches mères ne se rencontrent pas sur toute la surface de ces bassins, mais seulement aux emplacements où les dépôts ont renfermé en proportions convenables la matière organisée, le sel, la matière ensevelissante; c'est sous cette réserve qu'il est permis d'entrevoir l'extension des gisements possibles du Schlier et du Sarmatien d'après la distribution des dépôts de ces deux étages. Les roches mères des nouveaux gisements envisagés en Perse, en Mésopotamie et en Egypte sont pour la plupart dans la zone d'extension ainsi définie.

A travers les temps géologiques, le dépôt des roches mères de pétroles a été localisé dans des régions à caractères bien déterminés. Si nous

connaissions dans tous leurs détails les éléments sédimentaires de la lithosphère, ou si nous disposions de cartes paléogéographiques complètes correspondant aux diverses périodes géologiques, nous pourrions, dès maintenant, tracer les limites précises d'un champ de recherches. Nos connaissances ne sont pas encore assez avancées pour nous permettre d'atteindre ce résultat, mais elles sont suffisantes pour nous déceler de vastes territoires à roches mères possibles.

Quatre provinces géologiques s'imposent à l'attention : la province des roches mères siluriennes et celle des roches mères dévoniennes correspondent à deux bandes de formations périphériques successives bordant les boucliers primitifs ; la province des roches mères carboniférienne-permiennes, au large des précédentes, plus étendue qu'elles, correspond aussi à des formations de bordure ; la province des roches mères crétaciques et tertiaires, de beaucoup la plus vaste, s'étale à la périphérie des continents secondaires et tertiaires au fur et à mesure de leur émersion.

Bien entendu, il ne peut y avoir de gisements dans les régions à roches mères que si des compressions ont agi sur ces roches pour en expulser les hydrocarbures ; ainsi les poussées orogéniques échelonnées du Silurien jusqu'à nos jours ont été les principales causes de la formation des gisements connus et inconnus répartis dans les grandes provinces pétrolifères possibles envisagées ci-dessus.

III. — Méthode de recherche des gisements

La recherche de nouveaux territoires pétrolifères est généralement provoquée par le voisinage de gisements exploités, la présence d'affleurements de roches imprégnées d'asphalte ou de bitume, de sources de gaz, de suintements de pétrole, de substances considérées comme les satellites du pétrole, sel, eaux sulfureuses, etc.

L'étude d'un territoire présumé pétrolifère diffère complètement de l'étude d'un gisement minier ; elle ne peut pas profiter des affleurements ou développer des découvertes pour constater la valeur d'un gisement d'après des données tangibles ; elle doit décider, par une simple étude de surface, si des forages profonds ont chance de rencontrer un gisement ; elle n'a point pour objet l'examen d'un gisement existant, mais celui de l'opportunité d'engager des dépenses parfois considérables pour la recherche d'un gisement possible. Des exemples multiples prouvent qu'une recherche en territoire à possibilité de pétrole doit être poursuivie jusqu'à son terme final, quelle que soit la dépense à faire ; par contre, une recherche doit être abandonnée dès qu'apparaît l'impossibilité du territoire.

Un géologue connaissant les champs pétrolifères est le technicien le plus désigné pour reconnaître cette possibilité ou cette impossibilité. Le terme final de la recherche d'un champ supposé pétrolifère est l'établissement, à l'aide de l'étude géologique de surface complétée par des forages, de l'épure de toute la masse des terrains intéressant le champ. Si les premiers forages profonds, placés aux emplacements les plus favorables à la rencontre des gisements, sont couronnés de succès, cette épure n'est établie qu'au fur et à mesure de l'exploitation.

Dans quelques cas, un examen géologique succinct permet d'abandonner les recherches avant d'entreprendre tout forage ; le plus souvent, il faut faire une étude géologique détaillée avant de décider de l'exécution de forages ou de l'abandon d'un territoire.

§ 1. — Indices extérieurs

Les suintements de pétrole, les sources de gaz, les affleurements de bitume ou d'asphalte fournissent des renseignements divers selon la stratigraphie et la tectonique des terrains où ils apparaissent : il ne faut ni exagérer, ni sous-estimer leur valeur, toujours réelle. Les pétroles s'étant formés et mis en gisement à l'abri de l'air, tout affleurement d'hydrocarbures gazeux, liquides ou solides, peut correspondre à un gisement en cours de destruction ; les indices provenant de petits accidents locaux établissent seulement que la région a été le siège de la formation d'hydrocarbures sans préjuger de l'importance de ce caractère ; par contre, les indices provenant de la destruction de véritables gisements fournissent les éléments essentiels des premières investigations dans une région nouvelle.

En pays autochtone à plis réguliers, un suintement, une imprégnation dans une roche poreuse, peuvent provenir d'une roche magasin mise à jour ; quelques travaux d'abatage dans les couches supérieures et inférieures permettent souvent de préciser cette origine et de reconnaître tous les éléments, couverture, magasin, roche mère, d'un complexe pétrolifère. Ces renseignements conduisent à rechercher si ce complexe n'est pas superposé à un autre ou si les couches, mises à nu à l'emplacement du suintement, ne sont pas convenablement recouvertes à d'autres emplacements. Les analyses physiques et chimiques des hydrocarbures imprégnants fournissent des documents sur les caractères des pétroles

régionaux, compte tenu des oxydations et polymérisations superficielles. La puissance de la roche imprégnée, sa porosité, témoignent de l'importance du gisement détruit et établissent une présomption sur celle des gisements conservés. Ce mode d'investigation simple a trouvé de nombreuses applications dans la recherche des gisements américains subordonnés à des anticlinaux.

En pays de nappes, les suintements sont plus difficiles à interpréter : au front d'une nappe, ils peuvent provenir de complexes pétrolifères de l'autochtone ; à l'arrière d'un lambeau convexe de recouvrement, ils peuvent établir soit que les roches autochtones sont pétrolifères, soit que des éléments d'un gisement de pétrole ont été charriés avec le lambeau ; dans l'axe d'un pli convexe de nappe, ils peuvent provenir soit des sédiments de la nappe elle-même, soit d'un gisement constitué au détriment de l'autochtone et dont la nappe est la couverture. Seule l'étude détaillée des facies des sédiments de l'autochtone et des nappes permet de rechercher l'origine de ces divers types de suintements.

Les sources d'hydrocarbures gazeux fournissent des renseignements de même ordre que les suintements de pétrole ; elles correspondent à un stade moins avancé de la destruction des gisements, mais les voies par lesquelles les gaz sont venus au jour sont particulièrement délicates à suivre : de puissantes venues gazeuses sont considérées comme un indice régional très favorable. Les affleurements de bitume correspondent, selon les roches dans lesquelles on les trouve, soit à des pétroles polymérisés, soit à des bitumes de roches mères, provenant à leur tour, soit de gisements détruits, soit d'accidents locaux. Les affleurements d'asphalte ont des origines plus variables : action de pétroles ou de bitumes sur des roches calcaires, imprégnations de calcaires par venues de gaz, produits de bituminisation initiale en milieux calcaires.

§ 2. — Stratigraphie

L'étude stratigraphique est la base de toute recherche ; extrêmement détaillée, elle doit mettre en évidence la continuité ou les changements de facies des diverses couches, leurs caractères lithologiques, minéralogiques, paléontologiques ; les niveaux aquifères, etc. Pour cette étude, de bonnes cartes topographiques et géologiques sont indispensables ; un fond de carte au cinquante-millième est suffisant, mais de nombreux détails doivent être levés au dix-millième ou au cinq-millième. L'examen des affleurements a besoin d'être complété par quelques tranchées ou quelques puits permettant de recueillir des échantillons de roches saines. Toutes les roches doivent être analysées, examinées en plaques épaisses et minces, afin de déterminer les roches mères, magasins, couvertures possibles ; les caractères macroscopiques et paléontologiques servent de repères aussi bien pour la recherche de minéraux importants que pour les comparaisons avec des régions pétrolifères connues.

Le travail sur le terrain est forcément long ; il doit être fait presque pas à pas, sans idée préconçue, en notant les détails en apparence les plus infimes ; il donne ainsi un faisceau de documents parfois touffu, mais toujours complet et portant en soi la plupart des éléments de mise en œuvre de recherches ultérieures. Il est certain que les succès de nos confrères américains dans la recherche des gisements de pétrole tiennent en partie au soin méticuleux qu'ils apportent dans le travail stratigraphique préparatoire.

§ 3. — Tectonique

La stratigraphie renseigne sur la valeur des roches mères, magasins, couvertures ; la tectonique renseigne sur les zones de concentration possible des pétroles. L'expulsion des hydrocarbures a été maxima dans les zones les plus comprimées ou les plus étirées des roches mères ; la réception des hydrocarbures chassés des roches mères n'a été possible dans les roches magasins qu'aux points où elles ont gardé une porosité suffisante ; les parties fortement comprimées des roches magasins sont peu propices à l'existence de réserves d'hydrocarbures. On entrevoit ainsi que c'est au voisinage des zones neutres que la mise en gisement du pétrole a été le plus facile.

Pour élucider ces divers problèmes, simples dans les régions régulièrement plissées, compliqués à l'extrême dans les régions fracturées et les pays de nappes, il est essentiel d'approfondir les études tectoniques susceptibles de fournir des renseignements tant par elles-mêmes que par comparaison avec des observations analogues faites sur des champs pétrolifères parfaitement connus.

Les études géologiques doivent aboutir à l'établissement de cartes, profils, coupes qui seront les bases de la construction d'un *stéréogramme*. Si les travaux de surface ne sont pas suffisants pour obtenir ce résultat, il est utile de les compléter par des recherches en profondeur : quelques puits ou forages convenablement placés élucident souvent des détails importants de la stratigraphie ou de la tectonique.

§ 4. — Forages

Le stéréogramme des terrains étudiés décèle les positions possibles des gisements et sert en même temps à déterminer à la surface du sol les points d'origine des forages qui devront atteindre ces positions. Cependant, comme les coupes qui ont servi à l'établissement du stéréogramme sont forcément approximatives, il est exceptionnel qu'un premier forage comporte un succès; de toutes façons, il donne une coupe détaillée des terrains traversés et permet de déterminer le choix des emplacements d'un certain nombre de forages qui, par approximations successives, atteindront la position cherchée.

Les forages de recherches doivent être d'un diamètre suffisant pour être l'objet d'une exploitation éventuelle; il est donc bon de les faire du même diamètre que les forages réguliers d'exploitation. Ils doivent être poursuivis assez lentement pour effectuer toutes prises d'échantillons, reconnaître et repérer les couches dures et tendres, les variations brusques de pendage, les niveaux aquifères, les cavités, les imprégnations d'hydrocarbures. Pour atteindre sans accident ces divers buts, les appareils de forage par battage de trépans utilisant « la tige en fer » (système français), « la tige en bois » (système canadien-galicien), « la corde » (système chinois-américain), peuvent être indistinctement employés; par la rapidité avec laquelle s'y font les opérations de descente et de relevage des outils, le forage à la corde a un rendement bien supérieur aux autres et doit leur être préféré toutes les fois que l'on peut avoir de bons foreurs habitués à son emploi.

L'usage d'appareils de forage à couronnes rotatives permettant de ramener au jour des « carottes » d'échantillons n'est qu'exceptionnel; en effet, les autres procédés de forage permettent généralement des prises d'échantillons convenables et, si des « carottes » sont indispensables, il est facile d'adapter à n'importe quelle foreuse les accessoires nécessaires pour les obtenir.

Dans un terrain dont la coupe est parfaitement connue, les appareils dits « rotary », usant les roches par rotation et friction de burins en présence d'un courant d'eau ramenant en surface les débris, donnent des résultats remarquables de rapidité : une bonne équipe de « rotary » peut faire, en terrain de difficulté moyenne, un forage de mille mètres en moins d'un mois. La rapidité même de ce système condamne son emploi pour des forages en territoires nouveaux ou mal connus.

Pratiquement, dans la plupart des champs pétrolifères, des dispositifs spéciaux permettent d'utiliser les mêmes moteurs et les mêmes « derricks » soit pour le battage soit pour le « rotary ».

L'opération du forage est accompagnée par celle du tubage qui a pour objet, non seulement d'éviter les éboulements, mais encore de masquer les venues aquifères à l'abri desquelles il est indispensable de placer les niveaux imprégnés de pétrole dont on poursuit la découverte.

IV. — Intérêt national des recherches de pétroles

Les premières manifestations d'une politique nationale des gisements de pétroles datent de 1913-1914 : le Gouvernement des Etats-Unis d'Amérique imagine, pour constituer une réserve d'Etat, d'immobiliser, avec interdiction d'exploitation, un certain nombre de territoires pétrolifères; le Gouvernement anglais encourage l'acquisition et la mise en valeur des gisements mexicains, les recherches en Perse, Mésopotamie, etc.; le Gouvernement allemand soutient les groupes qui s'efforcent en vain d'acquérir de nombreux gisements du golfe du Mexique et d'accaparer les territoires présumés pétrolifères du Maroc; au même moment l'importance de la question n'apparaît pas en France, où l'importation des pétroles étrangers fournit d'importantes recettes douanières et où des arrangements avec un syndicat commercial semblent devoir assurer au pays tous les produits dérivés du pétrole qui lui sont nécessaires.

De 1914 à 1919 l'Allemagne n'a pu bien entendu poursuivre cette politique, mais les autres puissances déjà placées sur cette voie s'y sont engagées à fond. Aux Etats-Unis, la découverte de nouveaux champs a eu comme conséquence le développement des territoires de réserve nationale (*petroleum withdrawal*) dont, en 1916, la surface atteignait 5.587.077 acres. En dehors du Nouveau Continent où la doctrine de Monroë leur accordait un privilège, les groupes américains se sont assuré l'acquisition de territoires pétrolifères dans l'Ancien Continent : en Turquie, la Standard Oil Cy de New York a acquis diverses concessions au sud-ouest de la mer Morte; en Chine, la même compagnie a obtenu, par contrat passé avec le Gouvernement de la République chinoise, le privilège de recherche d'hydrocarbures dans un certain nombre de districts.

Dans cette course aux gisements de pétroles, les groupes anglais n'ont pas été moins actifs; le Gouvernement britannique a attaché une telle importance à la question que, dès 1914, il s'est

assuré la majorité des intérêts dans l'Anglo-Persian Oil Cy (Ltd), détentrice d'une concession de 500.000 milles carrés au sud et à l'ouest de la Perse; les recherches et les achats de gisements ont été activement poursuivis par diverses Sociétés anglaises en Mésopotamie, en Egypte, en Algérie, au Maroc, en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Amérique centrale et en Amérique du Sud.

D'autres peuples sont engagés sur la même voie : avant d'accorder des concessions aux particuliers, le Gouvernement argentin a nationalisé les premiers territoires pétrolifères reconnus en République Argentine; des groupes chiliens se sont assuré une partie des gisements probables de la Bolivie; etc., etc.

Quel a été l'effort français? un effort de préparation bien plus qu'un effort de réalisation. Les premières recherches se sont orientées vers la France et l'Afrique du Nord. Les recherches en France sont justifiables; des gisements français ne sont pas impossibles, mais ils ne seront que des gisements à faible production, ne pouvant donner qu'une infime partie des pétroles qui nous sont nécessaires. Les recherches en Afrique du Nord (Tunisie, Algérie, Maroc) présentent plus d'ampleur : elles portent sur d'immenses territoires dont la situation géographique rendrait l'exploitation facile; elles ne sont point sans difficultés; les roches mères n'ont pu encore être précisées; la tectonique est très compliquée, comme l'ont montré de belles découvertes récentes; plusieurs années peuvent s'écouler avant que nous soyons fixés sur la valeur de ce domaine. L'Afrique du Nord nous donnera-t-elle une production comparable à celle de la Roumanie ou nous donnera-t-elle simplement la production de quelques petits gisements accessoires : nous ne pouvons le présumer.

Quels sont nos besoins? Des gisements pouvant fournir dès maintenant chaque année les deux millions de tonnes de pétrole (chiffre supérieur à la plus forte production annuelle — 1913 — de la Roumanie) qui ne nous suffisent pas aujourd'hui, et nous assurer plus tard les dix millions de tonnes, ou plus, qui nous seront annuellement nécessaires. Quels que soient les résultats des recherches en France et en Afrique du Nord, il ne semble pas que ces territoires puissent satisfaire à de tels besoins.

Une conclusion s'impose formellement : il est essentiel, au point de vue national, que nos recherches ne soient pas limitées à la France et à l'Afrique du Nord, mais s'étendent sur le monde entier, si nous avons la ferme volonté de découvrir et d'acquérir les gisements de pétrole capables d'assurer notre indépendance économique. Si cette action n'est pas immédiate, de nombreux territoires pétrolifères possibles, faciles à trouver, nous échapperont au profit de peuples plus entreprenants, plus diligents et plus prévoyants que nous. Il est d'ailleurs hors de doute que, dans l'état actuel de la science, la découverte et le partage des gisements de pétrole, encore inconnus, répartis sur le globe, ne demanderont pas plus de quelques années.

La recherche des gisements de pétrole a un caractère nettement scientifique : nous savons ce qu'est le pétrole; la stratigraphie nous montre où et quand il s'est formé, la tectonique où et comment il s'est concentré. La géologie est aujourd'hui le véritable instrument de cette recherche; c'est elle qui a conduit nos amis américains et anglais sur les domaines pétrolifères qu'ils ont acquis au cours de ces dernières années; il est certain que cette science, éminemment française, peut également, si nous le voulons, nous assurer la découverte des gisements de pétrole dont la possession est indispensable à la prospérité de la France.

Jean Chautard.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Desgardes (E.). — **Calcul des ressorts.** Formules pratiques et barèmes. — *1 vol. in-8° de 75 pages avec 25 fig. (Prix : 6 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

L'auteur, dans cette courte étude de 73 pages, ne s'est pas proposé de refaire la théorie du calcul des ressorts, qui a déjà fait l'objet de nombreux travaux. Mais au point de vue industriel les formules qui sont couramment employées donnent des résultats qui s'écartent assez sensiblement de ceux que l'on obtient aux essais. Aussi son étude, basée à la fois sur la théorie de la résistance des matériaux et sur les résultats obtenus dans de nombreux essais mécaniques, a pour but de mettre à la disposition de ceux qui ont à étudier des ressorts des formules simples et pratiques, serrant d'aussi près que possible les constatations expérimentales.

L'ouvrage débute par l'étude des ressorts à lames parallèles à étagements réguliers et paraboliques. L'auteur passe ensuite à celle des ressorts en hélices à sections circulaires et rectangulaires, puis enfin aux calculs des ressorts en spirales à sections rectangulaires et elliptiques.

L'ouvrage se termine par un formulaire et un barème pour les calculs rapides des diverses formes de ressorts précédemment étudiés.

Nous regrettons que l'auteur n'ait pas cru utile de donner dans son ouvrage la traduction nomographique des formules le plus ordinairement employées. On sait, en effet, combien il est intéressant pour l'ingénieur d'avoir à sa disposition des graphiques qui lui donnent immédiatement les éléments dont il a besoin et qui lui permettent de se rendre aussitôt compte de l'influence que peut avoir sur le résultat la variation dans un sens ou dans l'autre d'un ou plusieurs des facteurs dont il dépend.

Nous espérons que le succès que cet ouvrage trouvera près des praticiens fournira à l'auteur l'occasion, dans une prochaine édition, de le compléter dans le sens indiqué.

L. Potin.

2° Sciences physiques

Silberstein (Ludwik), *Privat-docent à l'Université de Rome.* — **Elements of the electromagnetic Theory of Light** (Eléments de la théorie électromagnétique de la lumière). — *1 vol. in-12 de 48 p. (Prix : 3 sh. 6. d.). Longmans, Green and Co, 39, Paternoster Row, Londres*, 1918.

Ce petit opuscule de 46 pages résume les éléments de la théorie électromagnétique de la lumière. Après avoir fait comprendre l'insuffisance des anciennes théories élastiques, il applique les équations de Maxwell aux principaux phénomènes de l'Optique classique : réflexion et réfraction, réflexion totale, optique cristalline. La brièveté de l'exposition est due à un emploi exclusif de la notation et du calcul vectoriels. Les lecteurs français feront bien de s'habituer à cette méthode fort répandue à l'étranger, et qui, sans apporter d'idée vraiment nouvelle, permet de rendre intuitifs une foule de résultats qui nécessitent sans cela de longs calculs. Le petit ouvrage actuel; comme le remarque l'auteur lui-même, doit être regardé plutôt comme un chapitre d'un livre que comme un ouvrage indépendant. Les idées y sont claires et bien groupées.

Eugène Bloch.

Escard (Jean), *Ingénieur civil.* — **Les Fours électriques de laboratoire.** — *1 vol. in-8° de VIII-72 p. avec 60 fig. (Prix : 5 fr. 40). Dunod et Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

L'ouvrage de M. Escard constitue un exposé clair et très bien disposé des différents modèles de fours électriques de laboratoire. Ces fours sont classés en 6 catégories : 1° fours à lames ou fils métalliques résistants entourant des tubes réfractaires; 2° fours à arc; 3° fours à arc et résistance; 4° fours à résistance; 5° fours à bain de sels fondus ; 6° fours à induction.

Pour chaque catégorie de fours, l'auteur décrit les modèles les plus couramment utilisés, ainsi que les emplois auxquels ils s'adaptent plus particulièrement. La lecture de ce travail est à recommander à tous ceux qui, pour des essais de laboratoire, veulent recourir au chauffage électrique.

M. Desmarets.

Hale (Arthur), *Demonstrator and lecturer in Chemistry, The City and Guilds of London Technical College, Finsbury.* — **The Applications of Electrolysis in chemical Industry.** — *1 vol. in-8° de 148 pages avec 58 fig. de la Collection : « Monographs on industrial Chemistry » (Prix cart. : 7 sh. 6 d.). Longmans, Green and Co, éditeurs, Londres*, 1918.

L'électrolyse a été appliquée dans les domaines les plus variés de l'industrie chimique. L'auteur expose d'abord les lois générales de l'électricité nécessaires à la compréhension de l'ouvrage; puis il traite des principaux générateurs électriques. Il passe ensuite en revue les méthodes de raffinage électrolytique des métaux. A côté de celui du cuivre, universellement connu, il décrit ceux de l'argent, de l'or, du plomb, du fer destiné aux armatures de tranformateurs et la récupération de l'étain par désétamage.

Le chapitre III est consacré à l'extraction électrolytique des métaux. Nous mentionnerons l'importante préparation de l'aluminium, et celle du magnésium qui a pris une grande extension depuis la guerre. La préparation du calcium est également industrielle. L'auteur examine les efforts tentés pour l'extraction du plomb et surtout du cuivre. Les sels de zinc solubles obtenus à partir de la blende sont électrolysés dans plusieurs usines; en particulier, l'Anaconda Copper Company produit plus de 100 tonnes de ce métal par jour. La production annuelle du sodium se chiffre par milliers de tonnes. On l'extrait de la soude au Niagara (procédé Castner) et en Allemagne à Bitterfeld aux usines de la Griesheim Elektron. Par contre, à Philadelphie, on utilise le nitrate de sodium (procédé Darling), qui donne comme sous-produit l'acide azotique.

Les trois chapitres suivants sont consacrés à des industries bien connues dans leurs grandes lignes : l'électrolyse des sels haloïdes alcalins et la production de l'hydrogène et de l'oxygène.

Les deux derniers chapitres traitent de la préparation des produits minéraux et organiques spéciaux. Citons les percarbonates, les persulfates, l'eau oxygénée, l'hydroxylamine, l'hydrosulfite de sodium, l'extraction de l'acide nitrique des tourbières, les préparations de l'iodoforme, du chloral, de l'alcool isopropylique, de l'anthraquinone, de la saccharine, la réduction des dérivés nitrés et la diazotation des amines.

Vu la quantité de sujets traités en un nombre restreint de pages, ce livre ne peut s'adresser aux spécialistes; mais il permet de se faire une idée du développement de cette branche industrielle. La bibliographie qui accompagne chaque chapitre permet aux lecteurs intéressés de pousser plus avant leur initiation. Il faut savoir

gré à l'auteur d'avoir attiré l'attention sur les applications de l'électrolyse à la Chimie organique, procédés qui semblent négligés en dehors de l'Allemagne.

J. Martinet,
Docteur ès-sciences physiques.

3° Sciences naturelles

RÉGENCE DE TUNIS. — Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. — **Statistique générale de la Tunisie (année 1917).** — *1 vol. in-8° de 384 p. Imprimerie rapide, Tunis*, 1918.

Les 384 pages de chiffres de ce volume présentent un puissant intérêt : elles nous exposent avec précision le résultat de nos efforts pour la mise en valeur de la Tunisie dans tous les domaines où s'exerce notre activité.

Quatorze chapitres sont consacrés successivement à la *Démographie*, aux *Communes*, à l'*Assistance publique et Santé*, à la *Justice*, aux *Etablissements pénitentiaires*, à la *Propriété immobilière*, à l'*Enseignement*, aux *Postes, télégraphes, téléphones*, aux *Travaux publics*, aux *Finances*, à l'*Agriculture*, au *Commerce*, à la *Navigation*, à la *Colonisation*, aux *Institutions économiques et sociales*.

La population européenne de la Tunisie n'a cessé de croître durant l'occupation française. Le recensement effectué en 1881 faisait connaître 25.214 Européens, dont 708 Français, 11.206 Italiens, 7.000 Maltais : en 1911 il y avait, dans la Régence, 148.476 Européens, dont 46.044 Français, 88.082 Italiens, 11.300 Maltais.

Quant à la population musulmane, elle était, en 1911, d'environ 1.740.000; les Israélites étaient au nombre de 50.000 (les difficultés du recensement ne permettent pas, il faut le dire, de donner autre chose que des approximations en ce qui concerne les musulmans et les israélites). En résumé, la population totale de la Tunisie s'élève, d'après le recensement de 1911, à 1.939.087 habitants, ce qui, pour une superficie de 125.130 km², représente une densité moyenne de 15,49 habitants par km²; la plus faible densité, 2,78, est constatée dans les Territoires du Sud, la plus forte 67,48 dans le contrôle civil de Tozeur, de surface très restreinte, 650 km², avec un groupe d'oasis très peuplées. Dans le contrôle civil de Tunis, la densité est de 46,85. La ville de Tunis elle-même a une population totale de 163.099 habitants, dont 17.875 Français, 44.237 Italiens, 5.986 Maltais, environ 1.300 Européens de nationalités diverses, 67.129 Musulmans, 26.491 Israélites.

Pourquoi, dans l'analyse d'un ouvrage qui traite de l'Agriculture, du Commerce, de la Colonisation, nous sommes-nous attardés si longuement sur la population? Il faut bien reconnaître — les tragiques événements de la guerre l'ont montré — que le « capital humain » est une des grandes raisons de la force des peuples. Si nous voulons posséder des colonies, il nous faut des Français pour les peupler; sinon d'autres en prendront effectivement possession et profiteront de nos sacrifices. A la base de tout rêve colonial se pose une question de population et, par voie de logique conséquence, la possession d'une flotte importante pour assurer les relations avec la métropole et maintenir par delà les mers le prestige de son nom. On attirera d'autant plus les Français dans nos territoires lointains qu'on leur procurera *à meilleur compte* les terres leur permettant d'acquérir rapidement une notable aisance en récompense des efforts qu'ils effectuent pour la prospérité des colonies. Notre Administration l'a d'ailleurs bien compris.

Les ventes de terrains aux colons, par le Service de la Colonisation, sont nombreuses. En 1917, il y avait, en chiffres ronds, 113.000 hectares vendus et 2.500 hectares disponibles pour les ventes avec obligation de s'installer. De plus, il y avait 171.000 hectares cédés avec autorisation de planter et 107.000 vendus définitivement.

Malgré la température élevée du pays, qui porte au ralentissement des efforts, la Tunisie est douée d'une vie active et aujourd'hui encore on entend redire ce que disaient les colons romains : « C'est mourir deux fois que mourir loin de la terre d'Afrique! »

M. Rigotard,
Ingénieur agronome.

Rolet (A.), *Professeur à l'Ecole d'Horticulture d'Antibes.* — **Plantes à parfum et plantes aromatiques.** — *1 vol. in-16 de 432 p. avec 99 fig.* de l'Encyclopédie agricole Wéry (*Prix : 6 fr.*). *J. B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1918.

Ce volume de l'*Encyclopédie agricole* présente la question des plantes à parfum sous le point de vue cultural et commercial. Après un avant-propos, où l'on trouvera des indications sur les coopératives provinciales des producteurs de fleurs, et sur les divers autres pays de production, l'auteur passe en revue chaque produit en lui consacrant une monographie. L'étude de l'oranger et des Aurantiacées ne comprend pas moins d'une centaine de pages ; celles du rosier, de la lavande, du jasmin, de la menthe, de la cassie, du géranium, de la violette ont reçu un développement de 20 à 35 pages. Puis viennent de plus courtes notices sur l'angélique, l'anis, le basilic, l'estragon, l'eucalyptus, le fenouil, l'iris, la mélisse, le réséda, le romarin, la sauge, le thym, la tubéreuse, la verveine... Pour chacune de ces plantes, l'auteur cite les variétés culturales avec leurs qualités propres, les régions de culture, les soins de plantation et multiplication, la taille ou la récolte. Il mentionne les maladies et leurs traitements, le rendement cultural et le traitement d'extraction du parfum avec le revenu final de production et les prix de vente. L'expérience acquise par l'auteur, dans un pays célèbre pour ses produits parfumés, est mise à la disposition du lecteur, et peut inspirer toute confiance. Plus d'une fois, c'est avec les chiffres obtenus par des syndicats de producteurs qu'il affirme la précision de sa documentation. Pour ceux qui ne rechercheront dans cet ouvrage qu'une lecture technique instructive, ils y rencontreront souvent d'intéressantes incidentes historiques ou descriptives, d'où un style gracieux dégage la couleur et le charme du pays du naturaliste Fabre, du littérateur Daudet, et du poète Mistral : des arlésiennes, la cassie « à la bouco ».

Edmond Gain,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Roques de Fursac (J.), *Médecin en chef des Asiles de la Seine.* — **Manuel de Psychiatrie** (5e Edition). — *1 vol. in-16 de 509 pages* (*Prix : 7 fr. 70*). *Librairie Félix Alcan, Paris*, 1917.

Ce manuel, clair, précis et complet, d'une lecture facile et attrayante, sera une guide précieux et sûr pour ceux qui s'initient à la psychiatrie : il constitue un exposé systématique d'ensemble qui sera également fort apprécié de ceux-là mêmes pour qui la psychiatrie n'aurait plus de secrets. — Connaissant l'importance, toute particulière dans cette science, d'une connaissance précise de la séméiologie, l'auteur a réservé dans son ouvrage une grande place à la psychiatrie générale, et tout spécialement à l'étude isolée des symptômes divers dont l'association constitue les diverses psychoses. — Un chapitre est très justement et très utilement consacré à la pratique psychiatrique, à l'examen du malade, dont on sait les difficultés et la complexité toute spéciale en psychiatrie. — Il n'est pas possible d'analyser avec détails les divers chapitres d'un livre qui résume d'une façon si heureuse, si complète nos connaissances actuelles en psychiatrie; signalons seulement plusieurs chapitres sur les psychoses par intoxication, des pages du plus haut intérêt qui touchent à l'hygiène sociale générale (prophylaxie des maladies mentales, étude des diverses méthodes de lutte contre l'alcoolisme, etc...) et, en fin d'ouvrage, un chapitre relatif aux psychoses émotionnelles de guerre.

H. L.

Le Fort (René), *Professeur adjoint à la Faculté de Médecine de Lille.* — **Les projectiles inclus dans le médiastin.** — *1 vol. in-8° de 254 pages, avec 75 gravures et radiographies dans le texte (Prix : 11 fr.). F. Alcan, éditeur, Paris,* 1918.

Le travail de M. Le Fort est surtout basé sur 37 observations personnelles de corps étrangers du médiastin ayant donné lieu à 34 opérations d'extraction. Ces observations lui ont permis de faire un certain nombre de remarques originales, tant au point de vue anatomo-pathologique qu'au point de vue clinique. Il insiste sur certaines particularités de l'étude radiologique des projectiles du médiastin : c'est ainsi qu'il recommande de déterminer les rapports du corps étranger avec l'œsophage en examinant le patient sous des incidences variées à l'écran, après lui avoir fait déglutir une sonde œsophagienne remplie de carbonate de bismuth.

C'est au point de vue de la technique opératoire que l'auteur expose le plus de vues personnelles. Pour lui, le médiastin doit être abordé par la voie antérieure transpleurale. Il préfère le volet thoracique (volet antérieur à charnière externe) qui donne sur le médiastin l'accès le plus large et le plus direct. En tout cas, il préfère encore à la résection d'une côte l'incision intercostale combinée à la section simple des cartilages costaux sus et sous-jacents. Mais ces voies préférées par M. Le Fort ne sont pas les seules qu'il ait été amené à utiliser et il expose dans son ouvrage les différentes autres voies d'abord qu'un chirurgien doit connaître.

Dr Paul Mathieu,
Chirurgien des Hôpitaux.

5° Sciences diverses

Leclerc (Max). — **La formation des ingénieurs à l'Etranger et en France.** — *1 vol. in-16 de 150 pages (Prix : 2 fr. 40). Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, Paris,* 1918.

Pour maintenir et développer notre armature industrielle après la guerre, il faut lui constituer des cadres permanents, compétents et nombreux. La bonne formation des ingénieurs est donc le véritable problème du jour, et depuis plus de deux ans tous les hommes clairvoyants de notre pays s'en préoccupent à juste titre.

Avant d'exposer la réforme telle qu'on la conçoit chez nous, l'auteur examine comment la question a été résolue à l'étranger. En Allemagne, où l'on compte jusqu'à 13 Ecoles techniques, l'enseignement n'a pas le caractère encyclopédique. Chacun se spécialise à sa guise et en toute liberté. La durée des cours est de quatre années; mais, pour obtenir le diplôme, il faut avoir fait en outre un stage de douze mois dans une exploitation ou un atelier. Aux Etats-Unis, il y a une centaine d'Ecoles techniques, mais on réagit contre la spécialisation extrême du système allemand. L'enseignement manuel et pratique occupe la plus grande place dans les travaux. Mais en même temps l'élève reçoit une culture générale qui développe surtout chez lui des habitudes d'observation sévère et de raisonnement exact. Au sortir de l'Ecole, il est entraîné au travail personnel et a acquis en même temps une grande habileté manuelle. Les Anglais, longtemps réfractaires à l'enseignement scientifique, puisque beaucoup de leurs ingénieurs se formèrent uniquement aux cours du soir, ont suivi depuis peu l'exemple des Américains, et créé des Ecoles techniques supérieures, avec la coopération des Universités.

M. Leclerc passe ensuite en revue l'œuvre de certaines Universités françaises, les Instituts de Nancy, de Grenoble, de Toulouse, de Lyon, de Marseille; ces créations fort utiles, que les libertés accordées aux Universités par la charte nouvelle de l'enseignement supérieur ont permis de réaliser, ont été rendues possibles grâce aux concours pécuniaires des industriels de chaque région intéressés à leur développement. C'est la réussite de ces institutions qui a provoqué chez M. Goy l'idée de généraliser et d'adjoindre à chaque Université une Faculté des Sciences appliquées. Toutefois, ce projet est très combattu par les Universités régionales elles-mêmes, qui entendent conserver aux Instituts leur liberté entière et surtout leur autonomie budgétaire.

L'auteur arrive enfin à l'examen du fonctionnement de nos grandes écoles et aux réformes qui lui paraissent devoir y être apportées. On sait que les grandes écoles sont : l'Ecole Polytechnique d'une part, avec les Ecoles d'application qui en sont les succédanées, l'Ecole Centrale d'autre part. M. Leclerc critique la préparation à ces écoles, la longue durée qu'entraîne l'étude des mathématiques spéciales, et enfin le principe du concours. Quant à l'enseignement donné dans ces Ecoles, il le trouve trop théorique ou trop encyclopédique et pas assez spécialisé. Commentant rapidement l'enquête générale conduite par la Société des Ingénieurs civils à la suite de la conférence si remarquée de M. Léon Guillet, il expose les points de vue de chacun des orateurs.

Tandis que M. Guillet propose la suppression de la classe de mathématiques spéciales, et remplace le concours par une élimination de 50 % de tous les candidats admis librement aux Ecoles après une première année d'études, M. Chesneau constate que ce système est inapplicable en pratique et revient à la nécessité du concours avec abaissement de la limite d'âge maximum; M. Blondel est partisan du concours, qui est en même temps une épreuve d'endurance; toutefois il admettrait la délivrance d'un certificat servant de sanction aux études dans les classes de Mathématiques spéciales et permettant de supprimer l'examen oral à l'entrée des écoles. Enfin, de son côté, M. Lecornu voit dans le concours le seul moyen pour le sujet de manifester la rapidité de conception, la netteté d'explication, le sang-froid imperturbable si nécessaire à celui qui doit être un homme d'action.

Quant à l'utilité des Mathématiques spéciales pour la carrière de l'Ingénieur, les avis sont aussi extrêmement partagés. A côté de M. Fayol, qui les considère comme inutiles parce que les ingénieurs ne s'en servent pas dans l'exercice de leur fonction, MM. Blondel, Chesneau et Janet en trouvent le programme trop chargé; mais M. Janet insiste aussi pour que la classe de Mathématiques élémentaires soit remise en honneur et que la Géométrie, si propre à développer les trois qualités d'invention, de réflexion et d'attention, devienne le centre de l'enseignement. Il y a lieu évidemment d'alléger le programme de spéciales et de modifier surtout la façon dont il est compris par certains professeurs qui abusent vraiment des méthodes analytiques; mais, on en conviendra, si les mathématiques transcendantes ne sont pas immédiatement utilisables dans la vie courante de l'ingénieur, elles contribuent, tout comme les études classiques, à développer chez lui cette haute culture et cet esprit de généralisation qui lui donnent le moyen de se distinguer et d'occuper des fonctions élevées.

Pour terminer, l'auteur insiste avec juste raison sur la nécessité de faire une plus large part à l'effort personnel et aux travaux pratiques dans les écoles d'application; puis il rappelle tout ce qui a été dit sur le recrutement des Ingénieurs de l'Etat et sur le prétendu monopole de l'Ecole Polytechnique. Qu'il nous soit permis de remarquer que déjà maintenant il n'est pas exact que les fonctions d'ingénieurs des Ponts et des Mines soient exclusivement réservées aux élèves sortant de Polytechnique. Si cependant la plupart des ingénieurs du Corps y sont recrutés, ils le sont parmi les premiers, et il n'est pas douteux que ce soit là une véritable sélection où n'interviennent ni influences politiques ni recommandations, et que des élèves ainsi préparés soient plus aptes que tous autres à profiter dans les Ecoles d'application des leçons spécialisées qui se rapportent à leurs futures fonctions.

En appendice sont énumérés les vœux émis par la Société des Ingénieurs civils de France, consécration de cette longue et intéressante discussion dont l'auteur a largement cité des extraits. Emile Demenge.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 Avril 1919

M. le Président annonce le décès de Sir **William Crookes**, Correspondant pour la Section de Physique.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Dunoyer** : *Indicateur jalonneur de route pour la navigation aérienne à l'estime.* L'instrument simple décrit par l'auteur peut être employé en cours de vol par l'observateur sur la carte elle-même. Il fait intervenir, d'après les observations faites au bout d'un élément de parcours, le vent vrai qui règne dans la couche où l'on navigue, et permet ainsi de corriger, au fur et à mesure que les variations du vent le rendent nécessaire, la route à suivre au compas. De plus, il donne automatiquement le jalonnement de la route, c'est-à-dire qu'il indique à l'observateur au-dessus de quel point il doit se trouver, sachant que l'avion a suivi une route au compas donnée pendant un temps que fait connaître la montre du bord et avec une vitesse que le compte-tours du moteur lui indique à chaque instant.

2° Sciences physiques. — M. **E. Ariès** : *Formule donnant la densité d'un fluide à l'état de saturation.* L'auteur déduit de ses précédentes recherches les formules:

$$v_1 = \frac{RT_c}{8P_c}\Gamma(a - y_1), \qquad v_2 = \frac{RT_c}{8P_c}\Gamma(a - y_2)$$

qui déterminent, à chaque température, le volume moléculaire ou, ce qui revient au même, la densité d'un fluide sous ses deux états de saturation (gazeux et liquide). La table de Clausius donne les valeurs de y_1 et y_2; la fonction a, comme la fonction Γ, est unique pour tous les corps d'une atomicité déterminée. L'auteur calcule au moyen de ces formules les différences $v_1 - v_2$ pour CO^2, $SnCl^4$, le formiate de méthyle et l'heptane, et les compare aux valeurs trouvées expérimentalement par Amagat et S. Young pour les mêmes corps; la concordance est suffisamment bonne. — MM. **A. Portevin** et **Garvin** : *La formation de la troostite à basse température dans les aciers au carbone et l'influence de la température d'émersion dans les trempes interrompues.* Tandis que, dans leurs expériences antérieures, les auteurs ont toujours, lors d'un refroidissement continu des aciers au carbone, noté que la troostite se forme à une température relativement élevée (vers 600°), en employant la trempe interrompue ils ont pu observer la formation de la troostite à des températures beaucoup plus basses (jusque vers 380°), mais toujours avec une recalescence prononcée caractéristique (de 80° d'amplitude). La limitation de la durée de trempe par sortie des pièces encore chaudes du bain de trempe est un des moyens les plus efficaces pour réduire les chances de tapures. — M. **E. Alilaire** : *Inflammation spontanée des mélanges d'air et de vapeurs d'éther.* Sans le secours d'aucun catalyseur, on peut obtenir l'inflammation spontanée d'un mélange d'air et de vapeur d'éther vers 190°. Ce phénomène se produit lorsque la quantité d'éther dans le mélange gazeux est voisine de 1 gr. par litre. La flamme qui se produit est bleue très pâle et visible seulement dans l'obscurité. La combustion fournit un mélange d'aldéhydes méthylique et éthylique, d'acides acétique et carbonique.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. J. Gravier** : *Pédogénèse et viviparité chez les Actiniaires.* L'auteur communique un certain nombre d'observations qui conduisent à penser que certaines larves d'Actiniaires sont capables de se multiplier par des ovules non fécondés. Il est fort possible que cette parthénogénèse larvaire ou pédogénèse s'accompagne parfois de viviparité. — M. **H. V. Vallois** : *Sur quelques caractères du fémur du Pithécanthrope.* En ce qui concerne les dimensions relatives de son épiphyse inférieure et l'obliquité de sa diaphyse, le fémur du Pithécanthrope présente tous les caractères des fémurs d'Homme actuel; il s'éloigne, au contraire, de celui des Anthropoïdes et, tout spécialement, de celui du Gibbon. — M. **G. Bertrand** : *Sur la haute toxicité de la chloropicrine vis-à-vis de certains animaux inférieurs et sur la possibilité d'emploi de cette substance comme parasiticide.* L'auteur a recherché si la chloropicrine, substance lacrymogène et suffocante employée pendant la guerre, et qui se prépare aujourd'hui facilement par action du chlorure de chaux sur l'acide picrique, ne pourrait être utilisée à lutter contre les insectes parasites. Il a reconnu qu'une exposition de 5 à 10 minutes, dans une atmosphère ne renfermant pas plus de 1 à 2 cgr. de chloropicrine par litre, a suffi pour tuer des larves de Lépidoptères (Pyrale de la vigne, Eudémis de la grappe, etc...) et d'Hyménoptères (Tenthrède du peuplier) et des pucerons, immédiatement ou en l'espace de quelques heures. En solution dans l'eau, la chloropicrine est également très toxique pour les infusoires et les amibes. Elle pourrait donc être utilisée avec avantage, soit en fumigations, soit en pulvérisations, contre certains parasites, et rendre aussi des services dans la stérilisation partielle des selles.

Séance du 14 Avril 1919

M. **A. Bigot** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. Kilian, élu membre non résidant.

1° Sciences physiques. — MM. **L. Dunoyer** et **G. Reboul** : *Sur l'utilisation des vents de sondage pour la prévision des variations barométriques.* 1° Lorsque des sondages successifs donnent des vents forts en haut, ou des vents dont l'intensité est progressivement croissante, prévoir la baisse. 2° Lorsque des sondages successifs donnent des vents faibles en haut, ou des vents dont l'intensité est progressivement décroissante, prévoir la hausse. 3° Lorsque les vents de sondage sont homogènes et n'ont point varié depuis plusieurs heures, prévoir l'immobilité barométrique. — M. **Paul Janet** : *Sur une analogie électrotechnique des oscillations entretenues.* Si l'on alimente, au moyen d'une génératrice excitée en série, un moteur à excitation séparée tournant à vide, on voit le moteur s'élancer rapidement dans un sens, s'arrêter, repartir en sens inverse, etc. En d'autres termes, on obtient des oscillations parfaitement régulières tant de la vitesse angulaire du moteur que du courant dans le circuit de ce moteur. Cette expérience présente des analogies inattendues avec les oscillations entretenues utilisées en t. s. f., par exemple avec celles qui se produisent dans l'arc de Duddell ou dans les lampes à trois électrodes employées comme oscillateurs. La production et l'entretien des oscillations dans tous ces systèmes tiennent essentiellement à la présence, dans le circuit oscillant, de quelque chose d'analogue à une résistance négative. — MM. **Ch. Chéneveau** et **R. Audubert** : *Sur l'absorption par des milieux troubles. Application au dosage des suspensions.* Les auteurs montrent que, dans un milieu trouble constitué par un mélange de grains de diamètres différents, en appelant I/I_0 le coefficient de transmission du mélange et M la masse totale des particules en suspension, on a :

$$1 - \frac{I}{I_0} = e^{-B/M^{\beta}},$$

B et β étant deux coefficients dépendant seulement de

la nature des grains en suspension et de la longueur d'onde de la lumière utilisée. Par la mesure directe de I/I_0, il est donc possible de doser la quantité de matière en suspension, pourvu qu'il n'y ait pas sédimentation immédiate. — M. **F. Vlès** : *Sur la transmission des émulsions de bactéries et d'hématies.* L'auteur a constaté que la transmission de la lumière par les émulsions de bactéries et d'hématies (corps non sphériques) correspond assez bien à une expression de la forme :

$$\frac{I}{I_0} = e^{-K(nv)^{1/u}},$$

nv étant la quantité de substance et u un coefficient de l'ordre de 2,5.— MM. **Lambert, F. Vlès** et **C. de Watteville** : *Sur un opacimètre destiné aux dosages bactériens.* L'opacimètre est un photomètre constitué par deux circuits lumineux juxtaposés, émanés d'une même source, l'un traversant le récipient d'émulsion bactérienne, l'autre soumis à un système affaiblisseur quelconque permettant d'en faire varier l'intensité suivant une loi connue. Les deux circuits viennent former dans le champ d'un oculaire deux plages adjacentes, dont l'observateur cherche à réaliser l'égalité en agissant sur le système affaiblisseur. Les cotes de la graduation de l'écran progressif sont étalonnées empiriquement et donnent directement le poids sec de bactéries de l'espèce étudiée, par cm³ d'émulsion. — M. **P. Vaillant** : *Sur la polarisation en courant alternatif.* L'auteur déduit de ses recherches antérieures (voir p. 256) que la capacité de polarisation d'une électrode en courant alternatif doit être très différente de sa capacité mesurée en courant continu, et d'ailleurs beaucoup plus grande. L'expérience a confirmé cette prévision. La polarisation alternative croît proportionnellement à l'intensité. — M. **F. Michaud** : *Action mécanique et osmotique de l'énergie rayonnante sur les milieux qu'elle traverse. Théorie de la photophorèse.* Le facteur d'intensité de l'énergie rayonnante étant la fréquence, qui est fonction non seulement de la longueur d'onde, mais aussi de l'indice de réfraction du milieu traversé par les ondes, on doit s'attendre à ce que la pression du milieu (et, dans le cas d'un mélange, les potentiels chimiques des constituants) soit modifiée, par la présence d'un rayonnement, dans un sens tel que l'indice tende à augmenter. Si le milieu est discontinu, l'énergie rayonnante doit attirer vers elle les corps d'indice élevé. Ainsi s'expliqueraient les phénomènes de photophorèse négative, tandis que la photophorèse positive est due à la pression de radiation ordinaire. — MM. **A. Kling** et **R. Schmutz** : *Caractérisation et dosage de l'oxychlorure de carbone.* La solution aqueuse d'aniline saturée constitue le réactif le plus sensible pour caractériser le phosgène et le plus commode pour le doser avec exactitude. En effet, même lorsque le phosgène est fortement dilué dans un gaz inerte, il se forme instantanément de la diphénylurée symétrique sous forme de longues aiguilles, F. 236°, insolubles dans l'eau froide.

2° Sciences naturelles. — M. **A. Brives** : *Le Suessonien dans le Maroc central.* L'auteur a reconnu que les dépôts suessoniens, déjà signalés chez les Rehamna sur la rive gauche de l'Oum-er-Rbia, sont très développés chez les Beni-Meskin sur la rive droite. La composition lithologique et la disposition des couches montrent la plus grande analogie avec les dépôts de l'Eocène inférieur de l'Algérie et de la Tunisie. La faune abondante recueillie par l'auteur, riche surtout en restes de Squalidés, confirme entièrement le synchronisme de ces couches dans toute l'Afrique du Nord. — M. **P. Russo** : *Rapports latéraux et signification tectonique de l'ellipse granitique des Rehamna (Maroc).* Le massif granitique des Rehamna se présente comme un nœud dans le système des plis hercyniens du Maroc central, et comme un des éléments du remplissage de la chaîne carbonifère. C'est un dôme anticlinal de part et d'autre duquel se développent des zones abaissées : plateau de Settat, plaine d'El Bahira dans le sens des plis, Doukkala et Tadla inférieur dans le sens perpendiculaire. Le réseau orthogonal de fractures qu'on voit l'entourer correspond à cette donnée. — M. **P. Bertrand** : *Les zones végétales du terrain houiller du Nord de la France.* L'auteur distingue : une zone à *Linopteris obliqua* Bunb. et *Nevropteris tenuifolia* Schl. (correspondant aux faisceaux d'Edouard, de du Souich et d'Ernestine); une zone à *Linopteris Münsteri* Eichw. (correspondant au faisceau de Six-Sillons); une zone à *Alethopteris Davreuxi* Brongn. et *Lonchopteris Bricei* Brongn. (correspondant aux veines supérieures à Bernicourt et à Bernard); une zone à *Alethopteris lonchitica* Schl. (corresp. au faisceau de Modeste); une zone à *Nevropteris Schlehani* Stur et *Sphenopteris Hœninghausi* Brongn. (corresp. au faisceau d'Olympe); une zone à *Pecopteris aspera* Brongn. (corresp. aux veines et bancs marins de Flines et d'Annoeullin). — M. **P. Pruvost** : *Comparaison entre le terrain houiller du Nord de la France et celui de la Grande-Bretagne, d'après la succession des faunes.* En se basant sur l'étude des faunes, l'auteur établit le parallélisme suivant : 1° L'assise de Flines, à faune exclusivement marine, est l'équivalent exact du « Millstone grit » ; 2° Les « Lower Coal Measures » correspondent à l'assise de Vicoigne; 3° Le niveau marin de Poissonnière, qui fait la limite supérieure de l'assise de Vicoigne, est de toute évidence représenté par celui de « Gin Mine » en Staffordshire ; 4° L'assise d'Anzin et les « Middle Coal Measures » sont rigoureusement équivalentes; 5° Les couches de Bruay représentent, sous un facies plus riche en houille, au moins la partie inférieure, sinon la totalité, des « Upper Coal Measures ». — M. **R. Souèges** : *Embryogénie des Polygonacées. Développement de l'embryon chez le* Polygonum Persicaria. *I.* L'étude embryogénique des Polygonacées permet d'établir que la cellule basale prend une part importante à la construction de l'embryon proprement dit. Par là, les plantes de ce groupe se rapprocheraient des Monocotylédones, chez lesquelles toute la partie hypocotylée tire son origine de la cellule basale. — M. **A. Laveran** : *Sur les variétés acentrosomiques artificielles des trypanosomes.* Werbitzki a annoncé en 1910 qu'en traitant les animaux infectés par le *Trypanosoma Brucei* au moyen de l'oxazine on pouvait obtenir des trypanosomes dont le blépharoplaste ou centrosome était atrophié et chez lesquels cette modification morphologique était héréditaire. L'auteur, ayant obtenu en 1911 des *Tr. Evansi* acentrosomiques, les a cultivés par passages successifs sur la souris. Jusqu'au 3 avril 1918 (870e passage), tous les trypanosomes étaient restés acentrosomiques; mais, le 28 octobre 1918 (945e passage), on remarqua qu'un grand nombre de trypanosomes possédaient des centrosomes bien distincts; le 14 janvier 1919 (978e passage), il ne restait plus un seul trypanosome acentrosomique. Il faut donc être très prudent avant de déclarer qu'une modification héréditaire est définitive. — MM. **Ch. Nicolle** et **Ch. Lebailly** : *Les infections expérimentales inapparentes. Exemples tirés de l'étude du typhus exanthématique.* Chez certains cobayes, l'inoculation du virus du typhus exanthématique ne produit aucun symptôme, pas même la fièvre, et cependant leur sang se montre virulent au bout d'un certain temps. Ce même phénomène paraît être la règle chez les rats, jusqu'alors considérés comme réfractaires. De tels faits ne sont sans doute pas particuliers au typhus. — M. **E. P. Cesari** : *La maturation du saucisson.* L'auteur a constaté que le phénomène de la maturation du saucisson (cru), consistant dans l'apparition d'un arome particulier accompagnée d'une légère peptonisation de la viande, est dû à la présence de levures, dont il a isolé et cultivé trois espèces se rangeant dans la famille des Saccharomycétées, genre *Zygosaccharomyces*. Il serait possible de modifier avantageusement la maturation naturelle des saucissons en ensemençant la pâte avec des cultures pures des levures en question, lesquelles pourraient être sélectionnées pour obtenir les aromes les plus agréables.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1er Avril 1919

M. E. Fourneau est élu membre dans la Section de Pharmacie.

L'Académie poursuit la discussion du Rapport concernant *la déclaration obligatoire de la tuberculose*. **M. Albert Robin** est opposé à la déclaration obligatoire pour un certain nombre de raisons déjà signalées. Il pense que l'Etat, au lieu de se substituer à l'initiative privée, doit encourager et aider les œuvres existantes qui s'emploient à la lutte antituberculeuse, et qui à Paris ont fait tomber la mortalité par tuberculose de 42,3 pour 10.000 habitants en 1888-1890 à 29,2 en 1918. **M. M. Letulle** est partisan de la déclaration obligatoire, seule efficace et dont la pratique est déjà entrée dans les mœurs beaucoup plus qu'on ne le croit. Du 1er juin 1908 au 31 décembre 1918, le nombre des déclarations spontanées faites à la Préfecture de Police pour Paris et les communes suburbaines a été de 160.154, alors que le nombre des déclarations de maladies infectieuses et contagieuses pour lesquelles la déclaration et la désinfection sont obligatoires a été dans la même période de 277.462. Il demande seulement à ce que l'obligation ressortisse non au médecin traitant, mais au chef de famille ou au répondant. **M. Beclère** estime que, si la déclaration facultative est si fréquente, la déclaration obligatoire devient superflue. Elle ne ferait que nécessiter la création d'un organisme administratif encombrant et coûteux, dont le besoin ne se fait pas sentir. — **M. Ch. Mirallié** : *Des résultats du traitement de l'épilepsie par le régime achloruré et le bromure*. L'auteur a reconnu que la réduction du sel chez les épileptiques ne donne que des résultats inconstants, et doit être remplacée par le régime achloruré absolu. La suppression du sel rend les cellules nerveuses plus sensibles à l'action du bromure, et il faut réduire la dose quotidienne à 2 ou 3 gr., moitié matin et soir à jeun, dans un grand verre d'eau. Le régime doit être continué pendant longtemps, au moins de 4 à 5 ans; après cette période, le malade peut, s'il le veut, reprendre le régime ordinaire. Sur 161 malades ainsi traités, 20 n'ont obtenu aucune amélioration, 44 ont vu leurs crises diminuer de fréquence ou d'intensité; chez 97, soit 60 %, les crises ont disparu complètement, chez quelques-uns depuis 12 ans.

Séance du 8 Avril 1919

M. E. Sergent est élu membre titulaire dans la Section de Pathologie médicale. — **MM. Yersin** et **Delagenière** sont élus associés nationaux.

Suite de la discussion sur *la déclaration obligatoire de la tuberculose*. MM. Sieur et Ch. Achard y sont favorables, tandis que M. Capitan préconise la déclaration facultative, et seulement dans les cas où le malade ne veut pas se soumettre aux mesures d'hygiène et de prophylaxie que comporte son état morbide. — **MM. P. Marie** et **Ch. Chatelin** : *Etude de la forme paralytique de la rage chez un enfant*. Les auteurs ont observé un cas de forme primitivement paralytique de la rage chez un enfant de 11 ans mordu à la lèvre supérieure et après une incubation relativement courte (six semaines). Il ne s'agit pas de phénomènes paralytiques survenant au cours du traitement antirabique, puisque l'enfant n'a pas été traité, mais de la forme paralytique d'emblée de la rage, caractérisée par la paralysie des membres inférieurs, presque complète dès l'abord, et devenant rapidement totale par extension aux muscles de l'abdomen, du thorax et des membres supérieurs. Cette paralysie, toujours flasque, s'accompagne d'abolition des réflexes tendineux. Il y a absence de phénomènes douloureux et de troubles sensitifs objectifs. La mort est survenue sans phénomènes bulbaires, par la paralysie des muscles respirateurs. L'autopsie a montré les lésions d'une polioencéphalo-myélite aiguë infiltrative. **M. H. Martel** attire, à ce propos, l'attention sur la progression de l'épizootie rabique dans le département de la Seine. Il y a eu 221 cas de rage enregistrés du 1er janvier au 8 avril, chiffre qui n'avait jamais été atteint. — **M. P. Remlinger** : *Le passage du virus rabique de la mère au fœtus et ses conséquences*. L'auteur a inoculé la rage à une femelle de cobaye. 50 jours après, elle met bas 3 petits dont un meurt le 13e jour, et les deux autres le 34e jour à la suite de phénomènes paralytiques dont la nature rabique est démontrée par l'inoculation. La mère n'a succombé à la rage que 39 jours après (123e jour après l'inoculation). Ces expériences confirment celles de Konradi et démontrent bien la transmission de la rage de la mère au fœtus. — **MM. Barthélémy** et **G. Gross** : *De l'action stérilisante des vapeurs de formol*. Les auteurs ont constaté qu'à 40° les vapeurs de formol, après avoir agi 45 minutes, détruisent tous les germes bactériens expérimentés. Mais, pour obtenir sûrement la stérilisation des objets, il faut préalablement les nettoyer et les dégraisser, les espacer dans l'étuve et fermer hermétiquement celle-ci.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 29 Mars 1919

M. J. Chaussin : *Rythme nycthéméral dans les variations du rapport urée : chlorures des émissions successives d'urine, situant le jeu compensateur entre l'urée et les chlorures*. On rencontre deux minima aux repas, et deux maxima entre les repas, à des distances fixes pour un même régime, variant légèrement avec celui-ci. L'écart entre les valeurs des maxima et des minima dépend naturellement des proportions d'urée et de chlorures pour les 24 heures. La représentation graphique a été donnée dans 3 cas types différents. La suppression du repas du soir a laissé subsister sensiblement le rythme constaté avec les deux repas. — **M. Cordier** : *La figure du sang dans le paludisme secondaire*. La lobulation des noyaux des polynucléaires s'accentue au cours du paludisme secondaire; elle dévie vers la gauche. Elle n'apparaît que chez les sujets infectés depuis 3 à 5 mois; elle a son maximum au moment des accès, débutant une heure avant le frisson, redevenant normale 11 heures après, déviant à droite vers la trentième heure. L'absence de déviation vers la droite coïncide avec les anémies profondes et indique un ralentissement de la rénovation leucocytaire. — **M. E. May** : *Spécificité des hémolysines naturelles*. Les expériences de fixation des hémolysines naturelles sur les globules de diverses espèces animales montrent que ces hémolysines ne sont pas spécifiques. Il semble s'agir dans tous les cas d'une même substance hémolysante à laquelle les divers globules sont inégalement sensibles. Les globules les plus fragiles sont aussi ceux qui peuvent fixer la plus grande quantité d'hémolysine. — **M. L. Grimbert** : *Pouvoir amylolytique de la salive*. L'auteur propose d'exprimer le pouvoir amylolytique d'une salive, non par le rapport qui existe entre le volume de salive mis en œuvre et la quantité de sucre formé, mais par la quantité d'amidon transformé en maltose en un temps donné, quantité qui est indépendante du volume de salive employé quand on se place dans certaines conditions. — **M. E. Feuillié** : *Glycosurie et carbonaturie. Glycosurie par la théobromine*. La théobromine se rapproche du nitrate d'urane et de cantharidine, non seulement par la polyurie et la polychlorurie qu'elle provoque, mais encore par la possibilité d'albuminurie et de glycosurie. Chez le chien, la mort subite survient par hémorragie méningée, hépatisation pulmonaire et épanchement péritonéal hémorragique. La carbonaturie accompagne d'ordinaire les glycosuries sans hyperglycémie; elle fait défaut dans les glycosuries avec hyperglycémie. — **MM. Ch. Richet fils** et **A. Gigon** : *Action des condiments antiseptiques sur le pouvoir infectant des huîtres*. Le jus de citron, le vinaigre, le vin blanc, l'alcool mis en contact pendant 5 secondes (en moyenne) détruisent respectivement 92 %, 40 %, 80 %, 0 %, des bactéries du groupe Coli-Eberth comprises dans le liquide intervalvaire de l'huître.

Séance du 5 Avril 1919

M. **Léopold-Levi** : *Instabilité thermique à mécanisme neurothyroïdien.* L'hypothermie hypothyroïdienne et l'hyperthermie hyperthyroïdienne sont fréquemment associées chez un même sujet thyroïdien, soit d'une façon successive (intermittence d'hyper ou d'hypothermie), soit d'une façon homochrone : le sujet a une partie du corps froide, l'autre partie brûlante. L'instabilité thermique est due à un mécanisme thyroïdien et nerveux qui se rattache à la thermogénèse physique. — M. **L. Cornil** : *Le liquide céphalo-rachidien dans le syndrome subjectif des blessés du crâne.* Les modifications du liquide céphalo-rachidien sont très minimes dans le syndrome subjectif persistant chez les trépanés anciens ; la plupart ont une formule normale (tension, albumine, lymphocytose) ; seules, l'hyperglycorrachie et l'hyperviscosité sont assez fréquemment notées. — MM. **P. Brocq** et **L. Morel** : *Le rôle de la bile dans la reproduction expérimentale des pancréatites hémorragiques avec stéato-nécroses.* Cette reproduction peut être réalisée aseptiquement par le contact de la bile avec le suc pancréatique ; il n'est pas besoin d'invoquer pour cela le contact de ces deux éléments avec le tissu pancréatique lui-même, puisque l'expérience peut être réalisée dans le péritoine, en dehors du pancréas. — MM. **M. Rubinstein** et **A. Radossavlievitch** : *Sérodiagnostic de la syphilis. Saturation du pouvoir hémolytique des sérums.* La loi des additions fractionnées des antigènes aux anticorps (loi de Bordet-Danysz) est applicable aux cas des hémolysines. La technique de la séroréaction de la syphilis basée sur l'épuisement du pouvoir hémolytique des sérums par addition fractionnée des hématies fournit un nombre très élevé de réactions non spécifiques. — M. M. **Molliard** : *Signification biologique de l'acide oxalique.* Sa formation par le *Sterigmatocystis nigra* résulte d'une réaction des cellules végétales vis-à-vis d'une tendance à l'alcalinité du milieu nutritif. On peut provoquer la formation de l'acide oxalique en substituant au liquide de culture des solutions de carbonate neutre de sodium ; toute la soude est rapidement neutralisée à l'état d'oxalate ; on observe une production analogue d'acide oxalique dès le début du développement mycélien lorsque l'aliment azoté est constitué par le nitrate de potassium. — MM. **E. Couvreur** et **J. Teissier** : *Sur la survivance du Colibacille dans les eaux.* Ce bacille persiste en pleine vitalité, après une vingtaine d'années, dans une eau mise en bouteille, tandis que les microbes banals qu'on rencontre couramment dans les eaux fluviales et de rivières avaient disparu (à l'exception de quelques moisissures du type *Penicillium*).

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Février et Mars 1919

M. **L. Lindet** signale les travaux récents *sur la fabrication de l'huile de palme neutre.* Les régimes de fruits récoltés avant maturité complète sont mis à cuire dans l'eau. On obtient ainsi des huiles dont l'acidité ne dépasse pas 0,2 °/₀, au lieu de 14 et 15 °/₀. Ces huiles neutres se prêtent dès lors à la consommation de bouche. En Guinée française et en A. E. F. on pourrait récolter annuellement, dit M. Dybowski, pour 1 milliard 1/2 de francs d'huile de palme. — MM. **Vermorel** et **Dantony** étudient les propriétés des *bouillies sulfo-calciques* qui sont très employées en Amérique. Elles sont moins coûteuses que les bouillies cupriques, mais elles exigent des pulvérisateurs en aluminium. — M. **Bachelier** apporte quelques résultats d'*essai comparatif de plusieurs engrais azotés*, et notamment du nitrate d'ammoniaque. — M. **F. Rollin** donne sa statistique annuelle du *marché de la Villette en 1918.* Il en déduit l'utilité de supprimer toute mesure restrictive à l'importation des viandes congelées ou réfrigérées, afin de rendre possible la reconstitution de notre cheptel en diminution. Cette importation est assurément un moyen de sortir de la *crise de bétail*, dont M. **Massé** entretient l'Académie. — M. **R. Chavastelon** apporte des résultats analytiques *sur la conservation en silo des collets de betteraves.* Dans un ensilage bien fait, les produits ensilés peuvent se conserver pendant plus d'une année sans modification de leur valeur alimentaire, à la condition d'être en milieu anaérobie. — M. **Gauwain**, dans son discours de la séance annuelle, traite *de la confection d'un code rural.* Le Code de Commerce, en France, est rédigé depuis 1807. On peut souhaiter voir l'Agriculture pourvue aussi d'un code, dont la rédaction est commencée depuis plus d'un siècle, mais n'est pas achevée. — M. **Moussu** montre le rôle que les colonies sont appelées à jouer dans le ravitaillement de la France. Il fait voter par l'Académie un vœu demandant la création au Ministère des Colonies d'un *Bureau de l'industrie animale* qui centraliserait la documentation sur cette production. — *A propos de l'emploi de l'acide borique pour la conservation des aliments*, M. **L. Lindet** montre que la dose quotidienne ingérée pendant la guerre peut atteindre 0,5 gr. par jour et par habitant. Or l'organisme élimine incomplètement l'acide borique. Il y a donc à souhaiter que l'autorisation provisoire d'emploi de l'acide borique, comme antiseptique alimentaire, soit rapportée. — M. **Bouché**, aviateur, suggère quelques *applications de la photographie aérienne à l'agronomie.* A 500 m. de hauteur, l'avion permet des photographies qui peuvent être précieuses pour la réfection du cadastre, l'enregistrement et la statistique du morcellement des terres, la notation des détails de culture d'une exploitation et de la réussite plus ou moins homogène des semis, le relevé des plantations, la numération des arbres d'alignements, l'étude de la forme et de l'utilisation du terrain, l'enregistrement des bornages, l'orientation générale des pentes en vue des avant-projets d'améliorations agricoles. Il semble aussi qu'elle peut fournir une documentation utilisable pour l'expertise des dommages de guerre. — La communication de M. **Moussu** sur *le ravitaillement civil de l'Allemagne pendant la guerre* amène l'estimation du bétail détourné des pays français envahis (1.200.000 têtes). Pour le gros bétail, M. Moussu demande une restitution de 250.000 têtes par an, durant quatre ou cinq ans, pour reconstituer notre cheptel réduit. C'est surtout le cheptel laitier dont nous avons grand besoin : les races flamandes et hollandaises qui nous ont été prises sont supérieures comme valeur au bétail rhénan. C'est dans l'Allemagne du Nord, de la Hollande au Danemark, que se trouvent de bonnes races laitières issues de la Frise Orientale. — M. **Dechambre** préconise aussi la race du Bas-Rhin pour suppléer la Normande, les races badoises et bavaroises, issues de Suisse, pour suppléer dans l'Est, les vaches de la race de Montbéliard. — M. **Tisserand** signale la race bonne laitière d'Oldenbourg, diverses races du Holstein, et la race de Tondern qui avoisine la région du canal de Kiel. — M. **L. Guignard** présente le *programme d'organisation économique de l'Algérie* établi par le Dr Trabut. C'est une tentative, en voie de réalisation, où les préoccupations scientifiques et la collaboration des hommes de science s'ajoutent à la participation des praticiens agronomes. — M. **Marcel Vacher** parle *de la réorganisation méthodique du cheptel français.* Il préconise les méthodes de la Zootechnie expérimentale en vue d'élever la qualité du rendement. La sélection des taureaux, notamment, pourrait être pratiquée, comme aussi le développement de troupeaux ovins sur les terres dévastées de la zone de guerre, avec des concours de bergerie. La réduction du troupeau porcin de 7 à 4 millions de têtes impose aussi des mesures spéciales, et notamment l'amélioration à l'aide des races anglaises.

Ed. Gain.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNEE N° 10 30 MAI 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Th. Schlœsing (1824-1919). — Une grande figure de la science française vient de disparaître. Né à Marseille le 9 juillet 1824, J.-J.-Th. Schlœsing est décédé à Paris le 8 février 1919. Les progrès de l'âge n'avaient altéré ni la santé ni l'intelligence de cet homme de bien, dont le labeur ne s'était ralenti à aucun moment pendant une période de soixante-dix ans.

Il conserva jusqu'à la fin une activité physique et une puissance de travail remarquables. Sa première publication date de l'année 1847 : quelques mois à peine avant sa mort, il poursuivait encore, avec un matériel très restreint qu'il avait apporté dans son propre domicile, ses recherches sur les phosphates pour lesquelles il n'avait ménagé, depuis longtemps déjà, ni sa peine, ni son temps.

Directeur de l'Ecole des Tabacs en 1846, professeur à l'Institut agronomique en 1876, à l'époque où cet établissement fut réinstallé à Paris, successeur de Boussingault dans la chaire de Chimie agricole du Conservatoire des Arts et Métiers en 1887, il entrait à l'Institut en 1882 en remplacement de Decaisne.

Schlœsing fut à la fois ingénieur, chimiste, agronome. Sorti de l'Ecole Polytechnique en 1843, il était appelé, en raison même de ses fonctions d'ingénieur des Manufactures de l'Etat et de Directeur de l'Ecole des Tabacs, à orienter ses recherches vers les problèmes si délicats que soulève l'étude du développement des végétaux. Elève de Boussingault, il reçut de bonne heure l'empreinte de l'illustre savant. Cependant, si l'étude de la Chimie dans ses rapports avec l'Agriculture constitue la partie maîtresse de son œuvre, il s'appliqua également avec un rare bonheur à la solution de quelques grandes questions industrielles, telles que la fabrication de la soude dite à l'ammoniaque et le traitement des phosphates naturels.

La structure physique du sol, encore si imparfaitement définie avant ses travaux, attira de bonne heure l'attention de Schlœsing. Sa profonde sagacité, jointe à une habileté d'expérimentateur peu commune, le conduisit à inventer ou à perfectionner une foule de procédés analytiques : le chimiste et l'ingénieur se rencontrèrent pour créer des méthodes nouvelles ou pour corriger dans le sens d'une précision plus parfaite des méthodes déjà connues.

Les rapports du sol avec l'eau ont une importance de premier ordre dans les phénomènes de la végétation. Schübler qui, vers 1830, les avait, le premier, étudiés de façon méthodique avait employé des procédés assez simples, sans doute, mais l'interprétation qu'il en avait fournie était erronée. Schlœsing, par des expériences élégantes et bien conçues, montre ce que l'on doit entendre par *imbibition d'une terre par l'eau* et par *aptitude des terres à la dessiccation*. La grosseur des éléments joue ici un rôle capital.

Le premier, Schlœsing a bien défini le rôle joué dans les sols par l'argile *colloïdale*, laquelle est le véritable ciment des terres. Une argile grasse ordinaire est composée de deux parties : des matières sableuses de grosseur variable et de l'argile colloïdale, silicate d'alumine hydraté, qui ne figure dans l'ensemble que pour quelques centièmes. Schlœsing a, de plus, montré quelle était l'action des sels en général, et des sels calcaires en particulier, dans la coagulation de l'argile et dans le maintien de la terre arable à l'état particulaire tel qu'il existe dans les conditions naturelles.

L'argile coagulée par le calcaire n'est pas le seul ciment des terres arables. L'humus, que l'on rencontre dans tous les sols, joue ce rôle de ciment là où l'argile fait défaut. Ce ciment organique des éléments sableux est également susceptible de maintenir ceux-ci à l'état particulaire. De plus, le colloïde humique tempère les propriétés du colloïde argileux : l'addition de l'humus ameublit les terres argileuses. Ce sont là des notions courantes dont l'explication rationnelle a été fournie par Schlœsing.

Etant donnée l'importance capitale, au point de vue de la perméabilité des terres, des rapports qui doivent exister entre les quatre éléments sable, argile, calcaire, humus, il fallait imaginer une méthode de dosage de ces quatre éléments, à la fois simple, rapide et suffisamment exacte. Les procédés employés jusque-là, ceux

de de Gasparin et de Masure entre autres, ne permettaient pas une évaluation précise de l'argile. Nous sommes encore redevables à Schlœsing d'une méthode d'analyse physique des terres, comportant sans doute certaines conventions, mais qui est susceptible de rendre de très grands services, surtout lorsqu'il s'agit d'aborder le problème particulièrement délicat de la classification des terres arables. C'est d'ailleurs sur les données de l'analyse physique que s'appuie le plus souvent l'agriculteur relativement au choix qu'il est appelé à faire de tel ou tel engrais.

Plus récemment, dans un beau travail daté de l'année 1903, Schlœsing montrait, à la suite d'expériences méticuleuses, que l'on peut classer en un certain nombre de lots, dans l'ordre de leur grosseur décroissante, les sables fins d'une terre végétale en observant à la fois le temps que ces sables emploient à parcourir au sein de l'eau une hauteur déterminée et le poids des dépôts formés pendant les intervalles successifs de ces temps.

Discutant les résultats que fournit, en divers points du globe, le dosage du gaz carbonique, et tenant compte des besoins de la végétation en carbone, Schlœsing calcule que la consommation que font les plantes de ce gaz représente une fraction importante du stock répandu dans l'atmosphère. A côté de cette absorption existent évidemment des causes importantes de restitution, du fait des combustions vives et des fermentations de toute nature. Mais ces deux phénomènes inverses peuvent ne pas agir d'une façon simultanée. Pour expliquer la constance du taux du gaz carbonique aérien, Schlœsing pense qu'il doit exister un régulateur susceptible de fournir ce gaz à l'atmosphère lorsque le taux de celle-ci vient à diminuer et, réciproquement, capable d'absorber ce gaz lorsque le taux vient à augmenter : ce régulateur ne serait autre que l'eau de la mer. A la suite d'une étude approfondie (1872) sur les équilibres entre l'eau, le carbonate de chaux et le gaz carbonique, l'auteur a formulé une loi mathématique rigoureuse. A chaque taux d'acide carbonique correspond une proportion déterminée de bicarbonate de chaux formé. Le taux croît-il ou décroît-il? la quantité de bicarbonate qui prend naissance varie dans le même sens jusqu'à ce que le gaz carbonique prenne dans l'atmosphère une tension fixe, bien définie pour une température donnée. En appliquant ces notions à l'eau de mer, Schlœsing trouve que, si le taux du gaz carbonique diminue dans l'atmosphère terrestre, les bicarbonates contenus dans l'eau marine se dissocient et dégagent du gaz carbonique; si le taux augmente, l'eau de mer absorbe du gaz. Cette théorie ingénieuse et très séduisante, fondée sur l'observation des faits, rend bien compte de la constance du gaz carbonique atmosphérique, sans que l'on puisse dire si l'appauvrissement certain que notre atmosphère a éprouvé depuis les temps primitifs est destiné à s'accuser encore ou à demeurer dans les limites actuelles.

La présence de l'ammoniaque dans l'atmosphère et sa circulation comme source d'azote combiné pour la nutrition végétale — à une époque où l'absorption directe de l'azote gazeux par le sol et par certains végétaux était ignorée — ont également retenu l'attention de Schlœsing. Il imagina une théorie, basée d'ailleurs sur des faits expérimentaux indéniables, d'après laquelle l'alcali contenu dans l'eau de mer passerait, en vertu de sa tension, dans l'atmosphère. Cet alcali serait alors absorbé par les plantes et par le sol où il se transformerait en acide nitrique, puis retournerait sous cette dernière forme vers l'eau de la mer par l'intermédiaire des fleuves. Là, dans la profondeur, cet acide nitrique serait réduit et reparaîtrait à l'état d'ammoniaque : d'où circulation ininterrompue de l'azote combiné à la surface du globe. Mais, comme il existe de nombreuses causes de pertes de cet azote combiné — on admet que cette fraction est environ d'un septième — Schlœsing estime qu'il doit se trouver une source de production compensatrice : cette source a ses origines dans l'union de l'azote avec l'oxygène sous l'influence des décharges électriques qui sillonnent l'atmosphère. Le calcul montre que la quantité d'azote combiné qui prend alors naissance, et se répand sur le sol par l'intermédiaire des eaux de la pluie, est plus que suffisante pour couvrir les pertes.

La découverte de l'agent *vivant* susceptible de transporter l'oxygène de l'air sur l'ammoniaque avec formation d'acide nitrique est peut-être celle qui contribua le plus à étendre la renommée de Schlœsing. Il s'était adjoint, pour la réalisation de ce travail, un collaborateur de haute valeur, Achille Müntz, dont la science déplore la mort récente. La nitrification, c'est-à-dire la production naturelle du nitre (mélange habituel de nitrate de potassium et de nitrate de calcium), est un phénomène très anciennement connu, mais dont la nature était toujours restée mystérieuse : on le regardait autrefois comme étant très probablement d'essence purement chimique. Il faut lire à cet égard une curieuse leçon de Cloëz exposée devant la Société chimique de Paris le 15 mars 1861.

Schlœsing commença d'abord par étudier avec le plus grand soin les conditions elles-mêmes du phénomène, telles qu'elles résultaient des travaux antérieurs de Boussingault. Cependant, l'idée directrice qui le guida dans ses recherches avait été formulée dès 1862 par Pasteur. Cet illustre savant attribuait un rôle capital aux êtres inférieurs dans les phénomènes de la fixation de l'oxygène sur la matière organique, fixation qui aboutit à la production ultérieure d'eau, de gaz carbonique, d'ammoniaque...

Une question se posait à cette époque (1877) qui intéressait au plus haut point l'hygiène publique : celle de l'épuration des eaux d'égout. Schlœsing se demande si la combustion de la matière azotée contenue dans ces eaux n'avait lieu que dans la terre végétale, déjà spontanément nitrifiable, ou bien si cette combustion pouvait s'opérer simplement dans des sols exclusivement sableux, exempts de matière organique. L'expérience lui montra que, si l'on fait passer lentement de l'eau d'égout au travers d'un long tube rempli de sable calciné, additionné d'un peu de calcaire et soumis à une aération continue, le liquide qui s'écoule au bas du tube contient d'abord un taux invariable d'ammoniaque; puis, graduellement, celle-ci disparaît et fait place à l'acide nitrique. Il semblait, déjà, qu'il ne s'agissait pas ici d'une combustion pure et simple de la matière azotée par l'oxygène, car l'acide nitrique n'apparaissait que peu à peu, comme si quelque ferment, introduit par l'eau d'égout elle-même, fût intervenu et n'eût commencé à faire sentir son action qu'après qu'il se fût suffisamment développé au sein de la colonne de sable. L'épreuve au chloroforme qui suspend l'activité des microorganismes, l'application de la chaleur sur des terres en voie de nitrification qui annule cette activité, confirmèrent d'une façon irrécusable la nécessité de la présence, dans le phénomène nitrificateur, d'un être vivant. Celui-ci possède des propriétés spécifiques : aucune de ces Mucédinées banales que l'on rencontre dans le sol n'est susceptible d'oxyder l'ammoniaque.

Les tentatives d'isolement du microbe nitrique dans des solutions artificielles, réalisées par Schlœsing et Müntz, venaient à l'appui des faits que l'observation dès milieux naturels avait mis en évidence.

Sans doute, des recherches ultérieures aussi nombreuses que brillantes — celles de Winogradski et de Warington entre autres — ont-elles élargi singulièrement le cadre de nos connaissances au sujet des microbes nitrificateurs. Le premier pas était néanmoins accompli. A Schlœsing et à Müntz revient l'honneur d'avoir montré, les premiers, que la nitrification est l'œuvre d'un être vivant, très répandu dans tous les sols, les eaux, peut-être même dans l'atmosphère.

C'est de cette époque que date le début, pour ainsi dire, des études bactériologiques du sol au point de vue agricole, études qui, dans la suite, ont été d'une

extraordinaire fécondité. L'importance de l'azote nitrique est immense, puisque la plupart des végétaux empruntent sous cette forme leur azote au sol.

Faut-il maintenant parler des applications de la science à l'industrie? C'est à Schlœsing et à Rolland que l'on doit le beau procédé industriel de la fabrication du carbonate de soude, dit procédé à l'ammoniaque, basé sur la double décomposition entre le bicarbonate d'ammoniaque et le sel marin, dans lequel on utilise ainsi directement le chlorure de sodium alors que, dans la méthode de Leblanc, ce chlorure doit être d'abord transformé en sulfate. Le procédé à l'ammoniaque, presque universellement adopté aujourd'hui, présentait d'assez grandes difficultés de réalisation ; car la réaction ne se passe qu'entre des limites de température et de concentration fort étroites. On sait quel développement prodigieux a pris cette industrie de la soude artificielle.

Schlœsing est également l'auteur d'une méthode très simple d'extraction de l'ammoniaque dans les solutions étendues, sans emploi de la chaleur. Cette méthode, qu'il appliqua à l'extraction de l'ammoniaque des eaux vannes, consiste à précipiter l'alcali sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien. L'acide phosphorique employé résulte du traitement des phosphates naturels par l'acide sulfurique, la magnésie du traitement par un lait de chaux des eaux magnésiennes provenant de l'eau de mer.

Le phosphate ammoniaco-magnésien contient trois éléments de fertilité indispensables à la nutrition de la plante.

Il conviendrait encore de citer la préparation industrielle du phosphate bicalcique. Les eaux magnésiennes, précipitées par la magnésie, fournissent de l'oxychlorure de magnésium, décomposable à chaud par la vapeur d'eau avec production de magnésie et dégagement de gaz chlorhydrique. Ce dernier, agissant sur le phosphate tricalcique, le change en phosphate bicalcique dont la valeur agricole est sensiblement la même que celle du superphosphate.

La plupart des recherches qui portent sur la chimie agricole exigent l'emploi fréquent de méthodes assez spéciales : ou bien les éléments que l'on veut doser n'existent qu'en faible quantité dans les milieux naturels où ils se rencontrent, ou bien ils sont relativement abondants, mais il s'agit alors d'apprécier une faible différence entre deux expériences. Aussi Schlœsing fut-il amené à modifier beaucoup de ces méthodes. On lui doit, dans cet ordre d'idées, le dosage de la potasse dans les terres au moyen de l'acide perchlorique, le dosage simultané du carbone, de l'hydrogène et de l'azote dans les matières organiques, le dosage de l'ammoniaque à l'aide d'un appareil qui permet l'évaluation des plus faibles quantités de cet alcali, le dosage exact de l'acide nitrique par l'action du chlorure ferreux et de l'acide chlorhydrique sur les nitrates avec oxydation ultérieure de l'oxyde azotique dégagé, et, enfin, une méthode d'analyse des cendres végétales. Dès l'année 1863, il avait imaginé un nouveau procédé de jaugeage des fluides qu'il avait mis en usage lors de ses recherches sur l'ammoniaque atmosphérique.

Préoccupé de simplifier les appareils sans nuire à la rigueur scientifique, Schlœsing a préconisé l'emploi d'une foule de dispositifs ingénieux réalisables avec les ressources d'un laboratoire ordinaire et que tout chimiste, tant soit peu habile, peut lui-même construire. Nul ne saurait contester que les méthodes introduites dans la science par Schlœsing portent en elles la marque d'une précision difficile à surpasser : d'ailleurs, elles sont aujourd'hui classiques.

On peut, avec un légitime orgueil, en regardant le chemin parcouru, proclamer que, depuis bientôt un siècle, la science agronomique française a été admirablement représentée. Digne successeur de Boussingault, Schlœsing a droit à toute notre reconnaissance.

Que tous ceux qui se consacrent à l'étude des phénomènes de la Nature gardent pieusement le souvenir d'une existence vouée uniquement à la recherche et au culte de la vérité!

G. André,
Professeur à l'Institut agronomique.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Recherches sur les causes de la corrosion ou de l'érosion des hélices propulsives. — La corrosion ou l'érosion des hélices propulsives a depuis quelques années retenu l'attention des ingénieurs et des constructeurs de navires; mais le caractère capricieux de cette action n'a pas permis d'attribuer une cause adéquate et satisfaisante aux phénomènes observés. Sur la demande du Prof. H.C.H. Carpenter, un sous-comité du Bureau anglais des Inventions et des Recherches a été formé en 1915 pour étudier cette question. Les recherches ont duré environ 18 mois, et Sir Ch. A. Parsons et M. S.S. Cook en ont communiqué les résultats à la réunion d'avril de l'Institution des Architectes navals, à Londres [1].

Les causes possibles de corrosion ou d'érosion qui ont été considérées sont les suivantes:

1° Nature de la surface du métal et état de tension initial de cette surface;

2° Tensions dans les pales dans les conditions de fonctionnement;

3° Choc de l'eau à grande vitesse contre la surface des pales;

4° Cavitation;

5° Coup de bélier produit par le remplissage des cavités des tourbillons.

Chacune de ces causes possibles a été soumise à une série d'expériences, dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici; nous nous bornerons à en indiquer les conclusions générales:

Les quatre premières causes étudiées n'exercent aucun effet appréciable. La corrosion des hélices propulsives est très faible, mais l'érosion est importante et elle est due à l'action de martelage de l'eau sur les pales du propulseur, produite par le remplissage brusque des cavités formées à la surface des pales.

Cette action provient soit de la cavitation du propulseur lui-même, qui survient généralement quand l'hélice trace un sillage variable, soit des cavités et tourbillons formés par l'action d'autres propulseurs placés en avant de lui, et l'action érosive s'aggrave généralement sur une hélice qui travaille dans le sillage d'une autre.

L'action de coup de bélier doit également se produire quand des remous violents et brusques sont produits dans l'eau par la forme de la poupe, du renflement de l'arbre, ou par des lignes très pleines.

La cavitation ne produit l'érosion que lorsqu'elle s'accompagne de conditions qui forcent les cavités à se contracter de telle façon et dans une position telle que l'énergie de la contraction se concentre sur une petite portion de la surface de l'hélice.

D'après les calculs de M. S. S. Cook, la pression du coup de bélier semble indépendante de la forme de la cavité ; elle dépend seulement du rapport de sa contraction, de sorte que les cavités causant l'érosion peuvent être petites ou grandes. Dans le cas de l'hélice d'un croiseur rapide, inspecté par le Comité aux Usines Stone, quelques-unes des cavités qui ont causé l'érosion ont dû être grandes, car les marques laissées à certains endroits étaient semblables à celles produites par l'emploi d'un marteau à tête ronde. Dans le cas d'un navire à une seule hélice donnant une vitesse de 11 nœuds, dont les lignes de poupe sont pleines, l'érosion de l'hélice semble avoir été causée par les cavités formées par les pales dans leur passage à travers le sillage suivant; ces cavités sont entraînées par les pales et se comblent

1. *Engineering*, t. CVI, n° 2781, p. 515 ; 18 avril 1919.

soudainement quand les pales entrent dans les lignes d'écoulement du vaisseau là où le glissement est normal.

Les auteurs déduisent de ces constatations des règles sur la façon de disposer les propulseurs dans les navires à 2 et à 4 hélices.

§ 3. — Physique

Mesure de l'épaisseur de la pellicule formée par les liquides sur le verre et le sable. — D'assez nombreuses recherches ont été faites sur la formation des pellicules d'eau à la surface du verre et de la silice. Voici quelques-unes des épaisseurs mesurées :

	Epaisseur	Observateur.
	—	—
1. Globes de verre	0,0000033	Ihmori.
2. Laine de verre	0,0000133	Parks.
3. Sable en poudre microsc.	0,00000045	Briggs.
4. Quartz en poudre très fine	0,0000013	Katz.
5. Verre de lampe	0,00000166	Langmuir.

Les résultats obtenus sont, on le voit, assez différents. Pour les expliquer, on a fait intervenir deux théories, l'une physique, l'autre chimique. D'après la première, des couches successives de molécules d'eau peuvent s'empiler à la surface d'un solide jusqu'à une épaisseur telle que la force d'attraction du solide compense exactement la tendance à s'évaporer de la couche extérieure de la pellicule. La seconde suppose qu'une réaction chimique se produit et que l'eau adhérente devient partie d'un composé chimique plus ou moins stable.

M. E. Pettijohn[1] vient de reprendre l'étude de cette question par une méthode nouvelle. Tandis que la plupart des précédents expérimentateurs soumettaient le solide à l'action de la vapeur d'eau près de son point de saturation jusqu'à l'établissement d'un équilibre, cet auteur ajoute, à un tas de perles de verre ou de grains de sable, de petites quantités de liquide jusqu'à établissement d'une pellicule continue. Des couches successives de molécules s'ajoutent jusqu'au moment où les plus superficielles deviennent normales, c'est-à-dire s'évaporent ou s'écoulent. Tout liquide ajouté à partir de ce moment reste à l'état liquide.

On opère de la façon suivante : Un poids connu de sable est placé dans un flacon d'Erlenmeyer et, au moyen d'une burette, on y verse le liquide goutte à goutte, en agitant chaque fois vigoureusement, jusqu'à ce qu'une dernière goutte provoque l'adhérence des grains au flacon. A ce moment, la pellicule d'épaisseur maximum est réalisée et le liquide est présent à l'état fluide. Connaissant la surface des grains et le poids de liquide ajouté, on en déduit l'épaisseur de la pellicule.

Voici quelques résultats obtenus avec l'eau et divers solides :

	Diamètre en cm.	Epaisseur de la pellicule.
	—	—
Perles de verre n° 1	0,1367	0,0000129
— — 3	0,1180	0,0000128
— — 5	0,0808	0,0000126
— — 7	0,0542	0,0000113
— — 8	0,0410	0,0000128
— — 9	0,0540	0,0000066
Sable d'Ottawa	0,0790	0,0000130
— (tamis à 10 mailles)	0,0494	0,0000285
— — 20 —	0,0430	0,0000214
— — 40 —	0,0280	0,0000135
— — 60 —	0,0170	0,0000114

Ces chiffres montrent que, d'une façon générale, l'épaisseur de la pellicule est indépendante de la dimension des gains pour une même substance solide.

M. Pettijohn a également exécuté une série de déterminations avec différents liquides organiques, qui lui a donné les résultats suivants (exprimés ici en gr. de liquide par gr. de substance solide) :

	Sable		
	Tamis de 10 mailles	d'Ottawa	Perles n° 8
Nitrobenzène	0,00136	0,00039	0,00056
Eau	0,00133	0,00037	0,00059
Aniline	0,00122	0,00039	0,00055
Diméthylaniline	0,00131	0,00039	0,00059
Iodure de phényle	0,00126	0,00039	0,00059
Toluène	0,00134	0,00038	0,00053

Ces derniers chiffres montrent que l'épaisseur de la pellicule est indépendante de la nature du liquide, ce qui prouve que la tension superficielle du liquide n'a aucune influence sur cette épaisseur. On en déduit également qu'aucune réaction chimique n'intervient dans le phénomène, puisque les liquides organiques, pour lesquels toute réaction de ce genre est ici exclue, se comportent absolument comme l'eau. Il est donc certain que la pellicule est maintenue par l'énergie superficielle libre du solide.

Il en est très probablement de même pour les pellicules formées par l'eau à l'état de vapeur. Les épaisseurs mesurées dans ce cas sont, en effet, de peu inférieures à celles des pellicules obtenues par addition de liquide. Une même pellicule liquide se forme dans les deux cas, mais avec la vapeur non saturée elle ne devient jamais assez épaisse pour se comporter comme un liquide normal à la surface d'un solide.

Sur le vieillissement des lampes en quartz à vapeur de mercure. — On sait que le rayonnement des lampes en quartz à vapeur de mercure est utilisé dans diverses applications : réactions photochimiques; stérilisation des eaux, thérapeutique, essais de résistance des couleurs, etc. Les fabricants de papier, de couleurs, d'étoffes, d'objets en caoutchouc, de papiers peints, etc. ont besoin d'une source intense de rayons ultra-violets, dont l'intensité diminue le moins possible par le fonctionnement.

On sait d'autre part que le rayonnement des lampes en quartz à vapeur de mercure diminue notablement par l'usage. Divers auteurs[1] ont constaté qualitativement ce vieillissement des lampes par des essais physiques, chimiques ou biologiques.

Il tient[2] pour la plus grande part à un léger voile qui se forme à l'intérieur, et qui, comme l'analyse chimique l'a montré, est un dépôt de carbone très divisé, provenant probablement des électrodes en acier invar et prenant souvent un aspect miroitant. A travers ces lampes enfumées, la dernière raie qui passe est la raie 0,2378 μ; c'est exactement le résultat qu'on observe en photographiant un spectre ultra-violet à travers un gros morceau de quartz enfumé.

M. Daniel Berthelot a pu suivre les altérations lentes des lampes en quartz à vapeur de mercure au moyen d'un photomètre chimique basé sur la décomposition des cétoses avec dégagement d'oxyde de carbone. La dioxyacétone est le plus sensible de ces corps; mais, en raison de sa rareté, on emploiera plutôt le lévulose, qui est facile à obtenir en grandes quantités. Les mesures effectuées avec ce photomètre mettent nettement en évidence que l'efficacité des lampes diminue peu à peu; la partie la plus réfrangible disparaît la première et il devient alors impossible de réaliser les synthèses photochimiques, telles que l'union de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, qui exigent les radiations extrêmes.

1. *Journ. of the Amer. Chem. Soc.*, t. XLI, n° 4, p. 477-486; avril 1919.

1. Vaillant : *C. R.*, t. CXLII, p. 81 ; 1906. — Bordier : *Archives d'électricité médicale*, t. XVIII, p. 390 ; 1910. — Courmont et Nogier : *C. R.*, t. CLII, p. 1746 ; 1911.

2. V. Daniel Berthelot : *Journal de Physique*, janvier-février 1917, paru en 1918.

MM. Coblentz, Long et Kahler[1] se sont proposé récemment d'étudier quantitativement le vieillissement des lampes. Ils ont mesuré les intensités par une méthode radiométrique utilisant une pile thermo-électrique et un galvanomètre. Une cuve à fenêtres de quartz contenant une épaisseur d'eau de 1 cm., disposée devant la pile, arrête les rayons infra-rouges de longueur d'onde supérieure à 1,4μ, émis par les électrodes et le quartz. Le faisceau complexe qui passe peut être attribué à la vapeur de mercure; son spectre se compose de raies intenses dans l'ultra-violet, dans la partie visible et dans l'infra-rouge, jusque vers 1,4μ.

Par le fonctionnement de la lampe, on sait que le quartz devient de moins en moins transparent pour les rayons ultra-violets. La méthode la plus simple pour étudier le vieillissement consisterait donc dans l'emploi d'un écran transmettant tout l'ultra-violet et absorbant les rayons visibles ou infra-rouges, ou bien absorbant l'ultra-violet et transmettant tout le rayonnement visible ou infra-rouge. Il n'existe aucun écran de ce genre, mais MM. Coblentz, Long et Kahler ont utilisé un verre jaune foncé (*corning noviol*, shade B), qui absorbe tous les rayons ultra-violets de longueur d'onde inférieure à 0,4 μ et dont la transmission ne dépend pas de la puissance absorbée par la lampe (entre 100 et 200 w.). Ils mesurent donc les déviations que donne au galvanomètre la pile thermo-électrique : 1° directement après passage dans la cuve à eau qui arrête les radiations de très grande longueur d'onde émises par les parois du tube; 2° après interposition du verre jaune. Le rapport de ces deux déviations, ou coefficient de transmission, augmente à mesure que diminue la proportion des radiations ultra-violettes dans le rayonnement, c'est-à-dire à mesure que le tube vieillit.

Des essais effectués sur des lampes de la Cooper-Hewitt Electric Co et de la R. U. V. Co se dégagent les résultats généraux suivants : 1° La proportion du rayonnement ultra-violet dans le rayonnement total varie de 70 °/o, pour une lampe neuve, à 50 °/o, après 1.000 à 1.500 heures de fonctionnement. 2° Pendant les 500 premières heures, il n'y a pas de différence sensible dans le pourcentage du rayonnement ultra-violet émis par les deux types de lampes. 3° Le rayonnement total diminue de la moitié ou du tiers de sa valeur initiale après 1.000 à 1.200 heures de fonctionnement.

Les nombres indiqués dans le Tableau I permettent

TABLEAU I. — **Comparaison des rayonnements du Soleil, de la lampe en quartz à vapeur de mercure et d'une lampe à arc.**

LONGUEURS D'ONDE	Rayonnement solaire		Lampe en quartz à vapeur de mercure		Lampe à arc
	en cal. gr. par cm² et par sec.	°/o du rayonn^t total	en cal. gr. par cm² et par sec.	°/o du rayonn^t total	en cal. gr. par cm² et par sec.
0 à 0.45 μ	0,0008	5	0,0011	20	0,0030
0 à 1,4	0,0129		0,0017	30	0,0051
0,4 à 1,4	0,0121	78	0,0006	11	
1,4 à ∞	0,0026	17	0,0039	70	
0 à ∞	0,0155	100	0,0056	100	

de comparer, au point de vue de leur efficacité pour la production de l'ultra-violet, les rayonnements du Soleil (à la surface du sol l'épaisseur de l'atmosphère traversée étant 2,7 fois celle de l'épaisseur suivant la verticale), de la lampe en quartz à vapeur de mercure, et d'une lampe à arc à électrodes de charbon et flamme violette, fonctionnant sous 200 v. et consommant 4.000 w., utilisée dans les teintureries pour l'essai des couleurs.

On voit en particulier que la proportion de radiations ultra-violettes contenues dans le rayonnement de l'arc est pratiquement la même que pour la lampe en quartz à vapeur de mercure, tandis que le rayonnement total est 2 à 3 fois celui des lampes à vapeur de mercure. La puissance consommée est environ cinq fois celle consommée par les lampes à vapeur de mercure. Cependant, la surface utile autour de l'arc au charbon, sur laquelle l'éclairement est sensiblement constant, est environ 2,5 fois celle de l'arc au mercure; cet accroissement de surface utile compense l'augmentation de puissance consommée, en sorte que le rendement du fonctionnement est sensiblement le même pour les deux types de lampes. Si l'on pouvait construire la lampe en quartz à vapeur de mercure de manière à l'utiliser en position verticale, le rendement du fonctionnement serait plus que doublé par l'utilisation de l'espace entourant complètement l'axe de la lampe.

A. B.

1. W. COBLENTZ, B. LONG, H. KAHLER : *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, n° 330, 12 nov. 1918.

§ 4. — Physiologie

L'énigme du cerveau des Oiseaux. — A la séance du 18 mars de la Société littéraire et philosophique de Manchester, le Prof. G. Elliot Smith a lu un intéressant mémoire sur ce sujet.

On a toujours, dit-il, considéré comme une énigme le fait que les Oiseaux, en dépit du très faible développement de leur écorce cérébrale apparente, présentent dans leur pouvoir de discrimination tactile, visuelle et acoustique, dans leur mémoire associative, et dans leur aptitude à apprendre par expérience individuelle, la preuve évidente de fonctions telles que celles qui, chez les Mammifères, sont intimement associées avec les activités de l'écorce.

L'explication de cette discordance apparente entre la morphologie du cerveau et le pouvoir de l'oiseau de profiter de l'expérience réside dans cette constatation qu'une grande partie de la structure communément appelée « corps strié » est corticale par son origine et par ses connexions fibreuses. Les structures appelées par Edinger « hyperstriatum » (neostriatum de Kappers) et « epistriatum » (archistriatum de Kappers) sont composées d'écorce cérébrale modifiée; et la première représente non seulement le neostriatum (nucleus caudatus et putamen) du cerveau mammalien, mais aussi le neopallium primordial de l'écorce cérébrale vraie.

Le fil conducteur pour l'interprétation de ces homologies est fourni par le cerveau reptilien archaïque qui a survécu chez le *Sphenodon*, chez lequel on observe avec toute la clarté d'un diagramme la formation d'une grande croissance corticale dans le ventricule latéral. La raison de cette curieuse transformation est l'expansion du bord latéral du pallium sous l'influence d'une augmentation subite de l'afflux des fibres sensorielles (tactiles, visuelles et acoustiques) venant du thalamus. En vertu du principe de la neurobiotaxie de Kappers, cette sur-croissance corticale reste ancrée aussi près que possible des fibres thalamiques entrantes, d'où le développement du « sillon ventriculaire dorsal » (Johnston).

Chez les Mammifères, l'ensemble de l'écorce nouvellement modifiée n'est pas attiré dans le sillon ventriculaire; une partie reste à la surface, libre de s'étendre et de se développer en neopallium ; le reste se transforme en nucleus caudatus, putamen et nuclus amygdaleus. Mais chez les Oiseaux l'ensemble de la masse devient intraventriculaire et représente non seulement le neostriatum, mais aussi le neopallium rudimentaire.

RECHERCHES NOUVELLES SUR LE PRINCIPE DE PASTEUR

Il y a peu de temps, j'ai eu l'honneur de donner ici un résumé des travaux exécutés à mon Laboratoire de l'Université de Groningue, sur l'étude des corps à des températures très élevées[1]. Je désire aujourd'hui attirer l'attention des lecteurs de cette *Revue* sur une autre catégorie de recherches, poursuivies dans ce même laboratoire pendant les dernières années. Il s'agit des investigations se rapportant au principe énoncé par L. Pasteur au sujet de la relation entre la dissymétrie moléculaire des substances et la dissymétrie caractéristique de leurs propriétés physiques.

I

Ce fut en 1848, tout au début de sa brillante carrière scientifique, que Pasteur fit la découverte remarquable de la séparation du *racémate de sodium et d'ammonium* en ses antipodes optiques. Dans un travail qui exigea environ dix ans de recherches, il établit les méthodes qui conduisent en général à la séparation des « substances racémiques » en leurs antipodes. Ces fait sont maintenant bien connus et on sait quelle révolution la découverte de 1848 a apportée dans les idées scientifiques, en ce qui concerne la représentation de la configuration des atomes dans l'espace.

Les résultats obtenus par Pasteur peuvent se résumer comme suit : *Chaque fois que la configuration dans l'espace des atomes constituant la molécule d'une substance chimique est différente de son image*[2], *cette substance pourra exister sous deux formes isomères, ayant en solution des pouvoirs rotatoires égaux, mais de signe contraire, et qui à l'état solide présenteront des formes cristallines symétriques l'une de l'autre, mais non superposables.*

Pasteur lui-même n'a parlé de la configuration des molécules, différentes de leurs images, que d'une manière assez générale. Il dit seulement qu'il faut s'imaginer une certaine disposition des atomes, dans le genre du filet d'une vis gauche ou droite, et il ajoute qu'un tel système, au point de vue purement mécanique, doit être l'image non superposable de l'autre système.

Sous cette forme générale, le principe de Pasteur ne pouvait pas être pris pour guide dans des recherches purement chimiques, parce qu'il était plutôt une description de faits observés qu'un critérium précis pour prévoir si, dans un cas nouveau, les circonstances particulières sont telles que la configuration atomique dont parle Pasteur apparaîtra ou non.

On sait que ce complément nécessaire fut donné simultanément, en 1874, par Van't Hoff et Le Bel, indépendamment l'un de l'autre, grâce à une hypothèse qui attribuait au principe de Pasteur une valeur heuristique d'une importance considérable. Ces deux savants ont montré d'une part que la présence d'un « atome de carbone asymétrique » dans les composés organiques est indispensable pour que la molécule ait une configuration non superposable à son image. D'autre part, ils ont émis cette seconde hypothèse — basée sur la conception des unités de liaison (valences) des atomes plurivalents comme grandeurs vectorielles — que la dissymétrie de l'atome de carbone est déterminée surtout par la présence de quatre substituants chimiquement différents. Ces deux règles ont donné, en effet, un moyen de prévoir, en chaque cas particulier, la possibilité de la séparation d'une substance organique en antipodes optiques.

Le succès ne s'est pas arrêté là : toute la doctrine de la « Stéréochimie » s'est développée depuis lors, d'abord pour les composés du carbone, plus tard pour les dérivés des autres éléments plurivalents, et elle est venue constituer un nouveau chapitre de la Chimie.

Il faut cependant reconnaître que la théorie de l'atome de carbone asymétrique, telle qu'elle fut énoncée par Van't Hoff et Le Bel, malgré son influence énorme sur la Chimie, a plutôt troublé à certains points de vue la signification réelle du principe de Pasteur. En effet, au lieu de la *disposition* des atomes, non superposable à son image, l'hypothèse de Van't Hoff et Le Bel introduit plutôt l'exigence de l'*inégalité chimique* des substituants groupés dans l'espace. Personne ne doutera qu'il ne doive bien exister une relation entre les caractères chimiques des substituants d'une molécule et leur arrangement dans l'espace. Mais, tant que les lois de l'attraction et de la répulsion atomiques nous seront totalement inconnues, nous n'aurons pas la moindre idée de la nature propre de cette relation, et certainement pas le droit de rendre le cas tout particulier de la configuration moléculaire non superposable exclusivement dépendant de l'inégalité des substituants.

1. Voir cette *Revue*, t. XXX, p. 7 ; 15 janv. 1919.
2. Dans ce qui suit, le mot « image » a toujours la signification de « symétrique » ou « image en miroir ».

On peut tout d'abord imaginer que, dans certaines circonstances, la superposition particulière de toutes les forces agissant entre les atomes de la molécule produit une configuration bien superposable à son image, malgré l'inégalité des substituants faisant partie de la molécule. Un tel cas sera rare peut-être, mais non impossible. Mais il faut considérer surtout la possibilité, pour une répartition dans l'espace différente de son image, d'être totalement indépendante de l'inégalité ou de l'identité des atomes ou groupes ainsi répartis.

Aussi des radicaux identiques entre eux, — même en petit nombre, — peuvent être disposés dans l'espace d'une façon telle, que le complexe qui en résulte diffère de son image : d'où possibilité de l'existence d'un second complexe, énantiomorphe avec le premier.

Il appartient aux recherches futures de découvrir de telles molécules et de prouver la possibilité de leur séparation en antipodes optiques. Le principe de Pasteur dans sa forme primitive englobe ces cas, qui seront certainement réalisables par la synthèse; la théorie de Van't Hoff et Le Bel, par sa spécialisation plus étroite des conditions à remplir, ne les renferme plus. Si l'on se souvient que nos traités de Chimie, même les meilleurs, contiennent encore des développements incomplets, voire inexacts, sur les conditions à remplir pour qu'un cas d'isomérie optique de cette espèce puisse être prévu dans une molécule chimique, on se rendra compte de la nécessité de rompre enfin avec ces conceptions courantes beaucoup trop étroites, et de les remplacer par d'autres, plus rationnelles, basées sur la théorie générale de la symétrie.

II

C'est ce que j'ai mis en lumière en détail, il y a peu de temps, dans mon livre : *Leçons sur le Principe de la symétrie, et ses applications dans toutes les sciences naturelles*[1].

Dans cet ouvrage, je me suis efforcé d'attirer l'attention sur le fait que, pour trancher ces questions, il faut tenir compte en tout premier lieu des conditions mathématiques générales pour lesquelles les figures stéréométriques différeront, ou non, de leurs images. De ces conditions il ressort que — indépendamment de la question de savoir si les éléments de la figure groupés dans l'espace sont identiques ou non — une telle figure ne diffère de son image que lorsqu'elle possède comme éléments de symétrie uniquement des « axes de rotation simple »; mais, dès que parmi ces éléments de symétrie se trouvent aussi des « axes du second ordre », la configuration doit être identique avec son image[1]. C'est pourquoi ni la condition, toujours énoncée dans les manuels de Chimie, de l'absence de tout « plan de symétrie », ni celle de l'absence d'un « centre de symétrie », ne sont suffisantes pour qu'un cas d'isomérie optique de ce genre se produise. Car on peut s'imaginer une foule de figures qui ne possèdent aucun centre de symétrie, mais bien un axe de second ordre ayant une période caractéristique de $\frac{2\pi}{4}$, $\frac{2\pi}{8}$, etc., et qui pour cette raison pourront être amenées en coïncidence avec leur image. De même on peut se représenter un grand nombre de figures qui n'ont aucun plan de symétrie quelconque et qui, malgré cela, pour les mêmes raisons, sont identiques à leurs images. La condition unique et suffisante pour qu'une isomérie optique se produise est que la molécule, considérée comme figure géométrique, ne possède pas un seul axe du second ordre; et on peut prouver que la présence d'un seul plan de symétrie ou d'un centre de symétrie n'est qu'un cas particulier de cette condition générale.

Afin de démontrer ce qui précède par quelques exemples, nous avons reproduit dans les figures 1 et 2 deux types de complexes atomiques,

Fig. 1.

qui, en effet, ne possèdent ni plan, ni centre de symétrie, mais qui, malgré cela, sont bien identiques à leurs images. La figure 1 représente un dérivé du *tétraméthylméthane*, dans lequel deux

1. En anglais. Edition de la Compagnie « Elsevier », Amsterdam, 1917; 380 pages, 150 figures, 8°. Voir aussi l'analyse de M. L. Brunet dans cette *Revue*, t. XXIX, p. 312; 1918.

1. Il est naturellement impossible de résumer ici ces principes fondamentaux de la théorie générale de la symétrie des corps. Rappelons simplement que l'« axe du premier ordre » n'est qu'un axe ordinaire de rotation, pour lequel existe un

des atomes d'hydrogène de chaque groupe méthyle sont substitués par les radicaux X et Y de telle manière que les deux groupes supérieurs (CHXY) sont congruents, et en même temps sont les images non superposables des deux groupes inférieurs (CHYX); c'est pourquoi ils sont marqués des lettres *d* et *l*. Quoique cette molécule contienne quatre atomes de carbone asymétriques dans le sens de Van't Hoff et Le Bel, elle est, néanmoins, identique à son image, parce qu'elle possède un axe quaternaire du second ordre. Cependant elle n'a ni plans de symétrie, ni centre.

La figure 2 représente un cas analogue : c'est un dérivé du *tétraméthylène*, et celui-ci n'a

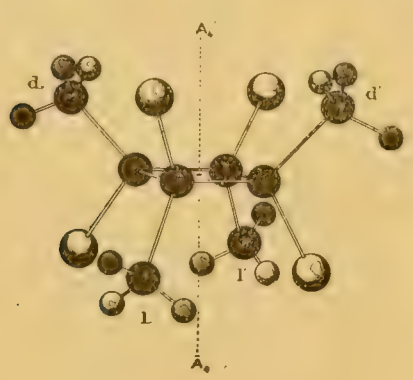
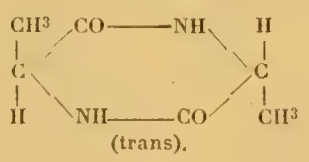


Fig. 2.

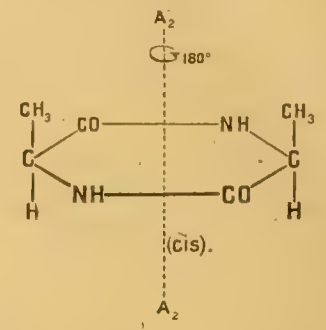
ni plan de symétrie, ni centre, mais bien un axe quaternaire du second ordre perpendiculaire au plan de l'anneau. C'est pourquoi sa séparation en antipodes optiques est impossible, bien qu'il ait, selon la théorie de Van't Hoff et Lebel, huit atomes de carbone asymétriques.

Pour les mêmes raisons, l'*anhydride de trans-alanyle*, ou *1 : 4-dicéto-2:5-diméthyl-pipérazine :*



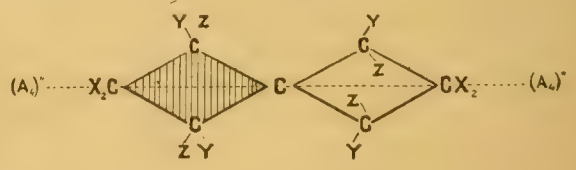
ne pourra être séparé en antipodes optiques, bien qu'il n'ait pas de plan de symétrie; car il a un axe binaire du second ordre, qui équivaut à un centre de symétrie. C'est pourquoi, malgré le manque de plans de symétrie, la molécule ne diffère pas de son image.

Au contraire, la forme *cis* de cette substance :



n'a qu'un seul axe de rotation binaire, perpendiculaire au plan de l'anneau, et aucun autre élément de symétrie ; c'est pourquoi il est possible de la décomposer en deux antipodes optiques, ce qui a été effectué par E. Fischer et Raske.

Pour les mêmes raisons, en tenant compte de la répartition dans l'espace des liaisons autour de l'atome de carbone central, comme dans la théorie de Van't Hoff et Le Bel, on ne pourra pas s'attendre à une scission en antipodes pour une molécule présentant la configuration :



vu que l'axe $X^2C...C...CX^2$ est un axe quaternaire A_4 du second ordre, tandis que la molécule beaucoup plus simple :

permettrait bien une telle séparation, puisqu'elle ne possède pas d'éléments de symétrie du second ordre, même pas un centre d'inversion, — ce qu'on peut facilement constater en construisant un modèle dans l'espace.

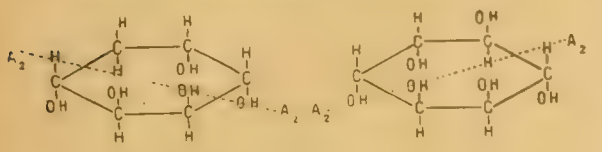
III

Est-il possible d'obtenir des isomères optiques de molécules qui ne comportent pas d'atomes de carbone asymétriques dans le sens de Van't Hoff et Le Bel, pourvu que la disposition des atomes dans l'espace soit seulement non superposable à son image ? La chose est vraisemblable d'après ce qui précède. L'étude de ces derniers cas, — même dans les dérivés du carbone, — et la mise

angle de rotation déterminé α, nommé « période caractéristique », qui est toujours une partie aliquote de 2π. Les « axes du deuxième ordre », au contraire, sont tels qu'une rotation autour d'eux par leur angle caractéristique α est toujours et inséparablement combinée avec une réflexion de la figure (dans sa nouvelle position) dans un miroir fictif, dont le plan est supposé perpendiculaire à la direction de l'axe. Par le mouvement d'une figure autour d'un tel axe, elle est donc toujours transformée en son image, sauf le changement de position dans l'espace qu'elle a subi simultanément.

à l'épreuve du principe de Pasteur possèdent un grand intérêt théorique, surtout pour la solution de quelques questions, sur lesquelles je reviendrai plus loin.

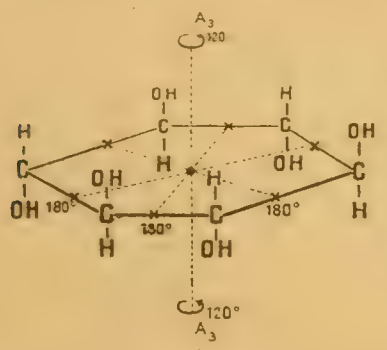
Comme exemple d'une telle molécule ne contenant aucun atome de carbone asymétrique à proprement parler, je citerai le cas des *inosites* ou *hexahydroxyhexahydrobenzènes* :



d *l*

La molécule ne possède que la symétrie axiale, — ici un seul axe binaire A_2 du premier ordre. C'est pourquoi il y a deux complexes d'atomes possibles, images l'un de l'autre non superposables et désignés ici par *d* et *l*.

Au contraire, une inosite de la configuration :



par exemple, ne se présentera pas sous deux formes isomères, car elle possède, à côté d'un axe ternaire perpendiculaire au plan de l'anneau, et de trois axes binaires situés dans ce plan, encore trois plans de symétrie verticaux passant par les bissectrices des angles formés par deux axes binaires consécutifs, aussi qu'un centre de symétrie. Cette molécule possède la symétrie typique du spath calcaire.

Ensuite, une molécule du type

$$\begin{matrix} A & & B \\ & C=C=C & \\ B & & A \end{matrix}$$

doit pouvoir être séparée en deux antipodes optiques, comme Van't Hoff l'a déjà indiqué. En écartant toutes les hypothèses, toujours un peu factices alors, au sujet de l'existence ou de la non-existence d'une liberté parfaite de rotation des atomes de carbone autour de leurs liaisons communes simples ou doubles, — ce fait paraît évident déjà par l'absence de tout élément de symétrie dans la molécule considérée : cette molécule est « asymétrique » dans le plein sens du mot.

IV

Pour appliquer les principes de la théorie générale de la symétrie dans chaque cas particulier d'arrangement atomique dans les molécules chimiques, il suffit d'admettre le fait, constaté expérimentalement, que la symétrie spéciale d'un radical n'apparaît jamais dans les considérations de ce genre, si ce n'est par la disposition droite ou gauche du groupement des atomes constituant ce radical. Pour le reste, tous les substituants se comportent, au point de vue de ces phénomènes, comme s'ils possédaient la symétrie la plus élevée possible, c'est-à-dire la symétrie d'une sphère. De plus, il faut admettre la répartition tétraédrique bien connue des places de substitution dans l'espace autour de chaque atome de carbone, si celui-ci est lié à quatre substituants égaux; — cette question se ramenant à un problème de géométrie, à la suite de la théorie de la « coordination » des substituants autour d'un atome plurivalent, énoncée par l'école de Werner, et dégagée de toute analogie mécanique au sujet de la nature des affinités ou valences.

De plus, l'étude des molécules, qui, malgré l'absence d'atomes asymétriques proprement dits, sont susceptibles d'être séparées en antipodes optiques, par le seul fait qu'elles sont non superposables à leur image, quoique formées de radicaux chimiquement identiques, est encore intéressante à un autre point de vue, comme nous l'avons déjà indiqué en passant. Car le nombre des cas augmente constamment où l'on trouve bien l'activité optique opposée des deux antipodes en solution, mais où l'énantiomorphie des cristaux, exigée par Pasteur, et les phénomènes pyro- ou piézo-électriques qui en dépendent, n'ont pu être constatés, ou sont au moins douteux.

Wyrouboff, Walden et d'autres se sont déjà, en diverses occasions, élevés contre une acceptation trop dogmatique du principe d'après lequel l'hémiédrie non superposable de Pasteur accompagnerait *toujours* l'activité optique en solution. Mais on a constaté que la plupart des cas considérés par Walden comme des exceptions vraisemblables de la loi de Pasteur résultaient d'une analyse trop incomplète des propriétés physiques des cristaux. Il y a néanmoins de bonnes raisons de croire que l'énantiomorphie des cristaux, bien qu'accompagnant généralement l'activité optique, n'y est pas forcément liée; et que l'existence de cette hémiédrie

non superposable ne peut pas toujours être prouvée réellement, même en faisant usage de toutes les méthodes de recherche physique applicables. L'activité optique en solution dépend avant tout de l'état de la molécule complète et isolée; la forme cristalline dépend plutôt de la nature spécifique des unités plus ou moins complexes qui constituent l'architecture cristalline, et de la manière dont un grand nombre de molécules se groupent les unes par rapport aux autres, ainsi que d'une foule d'influences inconnues qui sont entrées en jeu lors de la genèse du cristal, parfois plus ou moins fortuitement. A plusieurs points de vue, l'activité optique — quelque compliquée qu'elle puisse être — doit être considérée comme un phénomène beaucoup plus simple que la structure cristalline dans sa dépendance des fonctions de la molécule isolée.

Comme je l'ai déjà fait remarquer, la théorie de Van't Hoff et Le Bel entraîne une sérieuse complication du problème. Elle conduit, en effet, à se demander quelle part il faut attribuer à la configuration énantiomorphe dans l'espace, et quelle autre au contraste chimique des substituants, dans tous les cas où l'on observe le phénomène final et total énoncé par Pasteur. Or, ce que nous constatons est toujours *la superposition des deux effets;* et il est du plus grand intérêt, pour une juste compréhension des postulats de Pasteur et de la théorie de Van't Hoff et Le Bel, d'estimer séparément la valeur de chaque influence dans le phénomène total finalement observé.

parler ici d'atome métallique « asymétrique » dans le sens de la théorie de Van't Hoff et Le Bel. Comme nous le verrons plus loin, les atomes de ce genre possèdent bien une symétrie essentielle, d'un ordre même relativement élevé; et c'est seulement par l'absence des éléments de symétrie du second ordre que ces configurations symétriques diffèrent réellement de leurs images, — d'une manière analogue aux *inosites* actives. C'est pourquoi il vaut mieux parler, comme les auteurs français et Pasteur en particulier, de molécules *dissymétriques.* Le mot « dissymétrie » exprime simplement l'absence de certains éléments de symétrie dans une molécule au reste bien symétrique, et « l'asymétrie moléculaire » proprement dite n'est qu'un cas particulier de la dissymétrie moléculaire plus générale.

Pourquoi ces ions complexes diffèrent-ils de leurs images? La question est facile à résoudre au moyen d'un modèle dans l'espace. Qu'on se représente (fig. 3) un atome métallique plurivalent, de *fer*, *chrome*, *cobalt*, *iridium*, *rhodium*, etc., entouré de ses six places de coordination ordinaires, qui, selon la théorie de Werner, sont réparties dans l'espace comme les sommets d'un octaèdre régulier, au centre duquel se trouve l'atome métallique. Cette représentation est analogue à la répartition dans l'espace des quatre places de substitution équivalentes autour de l'atome de carbone dans la théorie stéréochimique. Au lieu de *six* molécules d'*ammoniaque*, on peut, d'après l'expérience, y introduire *trois* molécules d'une pseudo-base bivalente, comme l'*éthylènediamine* (Eïne), la *propylènediamine*, la *pseudo-phénantroline*, l'*α α'-dipyridyle*, etc.; ou à la place de *six* restes d'un acide monobasique, on peut introduire *trois* restes d'un acide bibasique, tel que l'*acide oxalique*, l'*acide malonique*, *tartronique*, *carbonique*, etc. Nous ne nous

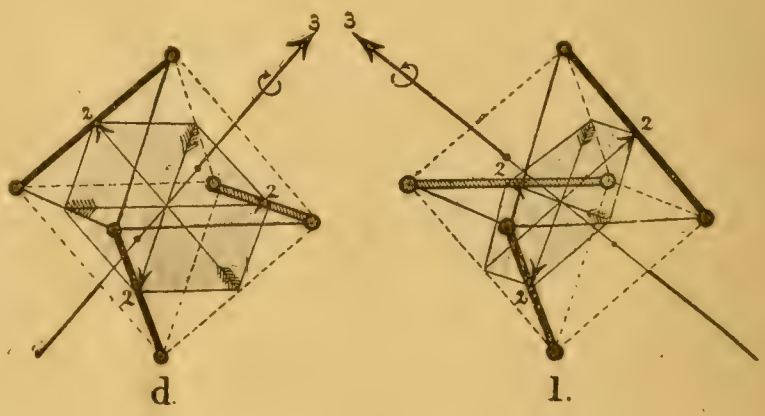


Fig. 3.

V

C'est à Werner que l'on doit la possibilité d'une telle analyse. Au cours de ses remarquables recherches sur la séparation des combinaisons complexes des métaux trivalents, il trouva que les sels à ions complexes du type : $\}Me(X'')^3\{$ — dans lesquels X est un reste d'acide bibasique ou une molécule d'une forte pseudo-base bivalente — peuvent être séparés en antipodes optiques. En effet, on a justement ici un cas où *trois radicaux, entièrement identiques, sont groupés dans l'espace autour d'un atome métallique plurivalent, de telle manière que leur configuration n'est pas superposable à son image.*

Dans ces combinaisons, seule l'énantiomorphie de la configuration entre dans le phénomène final. On ne peut donc, proprement,

occuperons ici que des cas où les substituants sont : l'*éthylènediamine* : $H^2N.CH^2.CH^2.NH^2$, l'*acide oxalique* : $(COOH)^2$ et l'*acide malonique* : $COOH.CH^2.COOH$, tous trois étant des corps d'une structure relativement simple et symétrique.

Il est maintenant facile de voir sur la figure 3 que la configuration totale de l'ion possède la symétrie spéciale du *quartz*, ayant un axe ternaire bipolaire, et trois axes binaires polaires dans un plan perpendiculaire à l'axe ternaire principal. Il n'y a pas d'autres éléments de symétrie que ce système d'axes de rotation. Et, comme pour les cristaux de *quartz*, à la suite de cette symétrie exclusivement axiale, le complexe d'atomes doit donc pouvoir se présenter sous deux configurations non superposables à leur image.

VI

Jusqu'ici nous avons étendu nos recherches à un grand nombre de sels complexes de ce genre : du *fer*, du *chrome*, du *cobalt*, du *rhodium*, et de l'*iridium* trivalent, et aussi bien sur les sels dans lesquels l'ion complexe joue le rôle d'un cation, que sur les dérivés où l'ion complexe fonctionne comme anion. De la première catégorie nous avons examiné les sels du type :

$\{Co(Eïne)^3\}R^3$; $\{Rho(Eïne)^3\}R^3$; et $\{Cr(Eïne)^3\}R^3$,

où R est l'anion d'un acide monobasique tel que : HCl, HBr, HI, HNO^3, HCNS, $HClO^4$, ou bibasique comme H^2SO^4, $H^2S^2O^6$, etc. De la deuxième catégorie nous avons étudié les sels complexes :

$\{Co(C^2O^4)^3\}K^3$; $\{Rho(C^2O^4)^3\}K^3$;

$\{Rho(C^3H^2O^4)^3\}K^3$; et $\{Ir(C^2O^4)^3\}K^3$,

chez lesquels la séparation en antipodes optiques réussit parfaitement, tandis que la décomposition des sels racémiques analogues :

$\{Fe(C^2O^4)^3\}Me^3$ et $\{Fe(C^3H^2O^4)^3\}Me^3$,

dans lesquels Me est un des éléments K, Na, Rb ou Cs, n'a jusqu'ici donné aucun résultat positif. En appliquant les méthodes de séparation indiquées par Pasteur, nous avons réussi généralement, — après avoir dû vaincre parfois de sérieuses difficultés, — à séparer les deux antipodes optiques de ces sels, et à étudier les propriétés physiques et cristallographiques de ces deux formes. Celles-ci sont, en effet, si étranges et si curieuses, que ces combinaisons appartiennent aux espèces les plus intéressantes connues jusqu'ici en Chimie inorganique, et que leur étude détaillée promet encore une riche moisson de phénomènes inattendus.

Les sels du type : $\{Co(Eïne)^3\}R^3$ sont de couleur brun rougeâtre ; les sels correspondants du rhodium sont incolores, et ceux du chrome oranges, mais se transformant aisément en solution aqueuse en d'autres sels ayant une couleur violet rougeâtre.

Le sel $\{Co(C^2O^4)^3\}K^3$ est vert émeraude, le sel correspondant de l'iridium est orange, tandis que les deux sels mentionnés du rhodium ont une couleur rouge sang foncé. De plus, après la séparation des sels rhodiques des deux catégories, nous avons pu préparer, en combinant les cations dextrogyres, lévogyres, ou inactifs de l'un aux anions dextrogyres, lévogyres, et

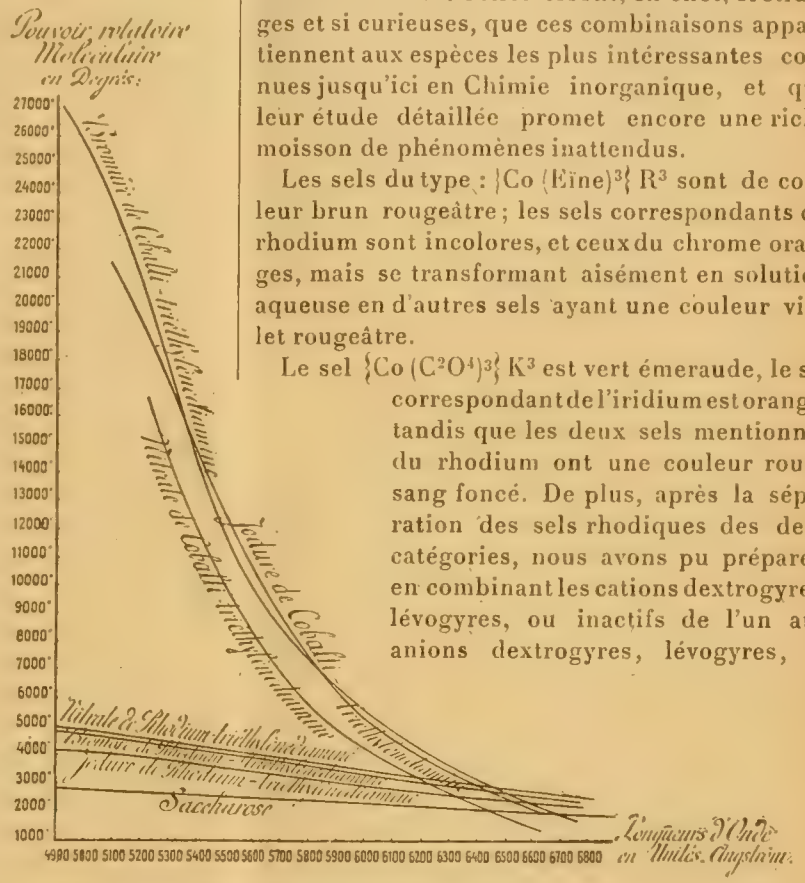


Fig. 4. — *Dispersion rotatoire de quelques sels de cobalt- et de rhodium-triéthylènediamine.*

inactifs de l'autre, les neuf sels isomères du type :

$\{Rho(Eïne)^3\}\{Rho(C^2O^4)^3\}$,

qui sont tous d'une couleur jaune ou orange pâle. Cependant ces derniers sels sont très peu solubles, et en conséquence ni leur rotation spécifique, ni leurs formes cristallines, n'ont été déterminées jusqu'ici.

Quoique les substituants arrangés dissymétriquement dans ces molécules soient tous identiques entre eux, les antipodes optiques ainsi obtenus manifestent un pouvoir rotatoire spécifique et moléculaire souvent si énorme, que celui-ci surpasse tout ce qu'on a observé jusqu'à présent chez les substances organiques douées d'activité optique en solution. De plus, la dispersion du pouvoir rotatoire pour les différentes longueurs d'onde du spectre est souvent tellement anormale, que les curieux phénomènes observés ne

concordent avec aucune théorie de la dispersion rotatoire : d'où résulte pour les physiciens la nécessité de fournir une théorie entièrement nouvelle de cette dispersion basée sur des hypothèses plus générales.

Les courbes de dispersion rotatoire de quelques-uns de ces sels sont représentées dans les figures 4 et 5; la figure 4 se rapporte à quelques sels de la première catégorie, la figure 5 à ceux de la seconde, toutes ces combinaisons ayant une constitution analogue.

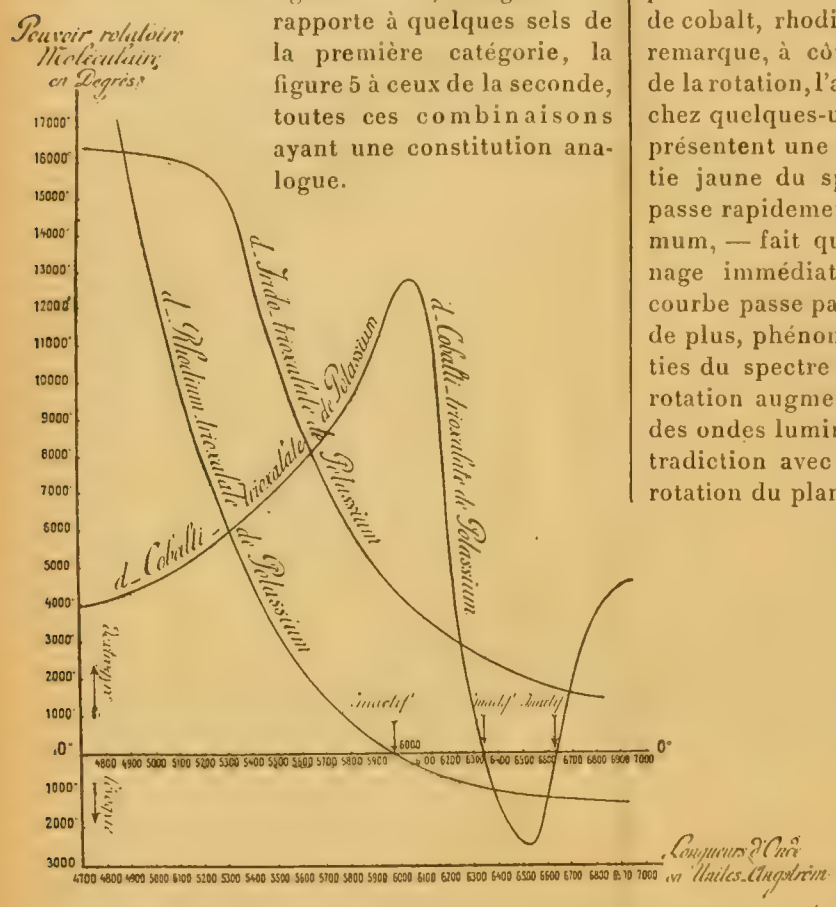


Fig. 5. — *Dispersion rotatoire des trioxalates complexes de potassium et de cobalt, rhodium et iridium.*

On remarque tout de suite, en considérant les courbes des bromures, iodures et nitrates de cobalt-triéthylène-diamine et de rhodium-triéthylène-diamine, l'influence caractéristique qu'exerce la nature chimique de l'atome métallique central, non seulement, comme nous l'avons dit déjà, sur la couleur de ces sels, c'est-à-dire sur l'absorption spéciale de la lumière, mais aussi sur la relation entre le pouvoir rotatoire et la longueur d'onde de la lumière employée.

Pour donner, de plus, une idée de la valeur extraordinaire de la rotation moléculaire, calculée par la relation :

$$\left[M\right] = \alpha \frac{V}{l},$$

dans laquelle α est la rotation observée, V le volume en cm³ qui contient une molécule-gramme du sel, et l la longueur du tube en cm., — on a également indiqué dans la figure 4 la courbe de dispersion correspondante du sucre *saccharose*, qui apparaît ici comme une ligne à peu près droite, d'inclinaison relativement faible.

La figure 5 donne les courbes de dispersion pour les trioxalates complexes de potassium et de cobalt, rhodium, et iridium. Ici encore, on remarque, à côté des valeurs très considérables de la rotation, l'anomalie étrange de la dispersion chez quelques-uns de ces sels. Les sels du cobalt présentent une bande d'absorption dans la partie jaune du spectre, là même où la rotation passe rapidement de son maximum à son minimum, — fait qui est observé souvent au voisinage immédiat des bandes d'absorption. La courbe passe par zéro deux fois successivement; de plus, phénomène bizarre, même dans les parties du spectre où il n'y a pas d'absorption, la rotation augmente de valeur avec l'allongement des ondes lumineuses, ce qui est en pleine contradiction avec la dépendance normale entre la rotation du plan de polarisation et la longueur d'onde, comme on l'observe dans la plupart des cas. Fait remarquable, pour les rhodium-trioxalates de potassium, à une longueur d'onde de 5.970 U. A., correspond une rotation nulle des solutions; il n'y a donc ici aucune différence entre les solutions des antipodes droit et gauche, tandis qu'au delà le sel dextrogyre devient lévogyre. Ce phénomène est d'autant plus extraordinaire qu'on ne trouve pas trace d'une bande d'absorption dans cette partie du spectre ou dans les parties voisines.

Dans tous les cas, ces observations prouvent d'une façon évidente que, malgré l'identité chimique des substituants placés autour de l'atome central, les valeurs absolues du pouvoir rotative sont vraiment colossales.

La grandeur de l'activité optique semble donc dépendre faiblement du contraste chimique entre les radicaux liés à l'atome polyvalent, mais, au contraire, en tout premier lieu, non seulement de l'atome central, mais surtout du groupement dissymétrique des substituants dans l'espace.

VII

Après avoir rendu évidente l'influence prédominante de cette disposition dissymétrique sur

l'apparition de l'activité optique, nous pouvons nous demander ce qu'il en est de « l'hémiédrie non superposable » exigée simultanément par le principe de Pasteur dans les formes cristallines des deux antipodes ?

Pour résoudre cette question, nous avons préparé avec le plus grand soin des cristaux de tous

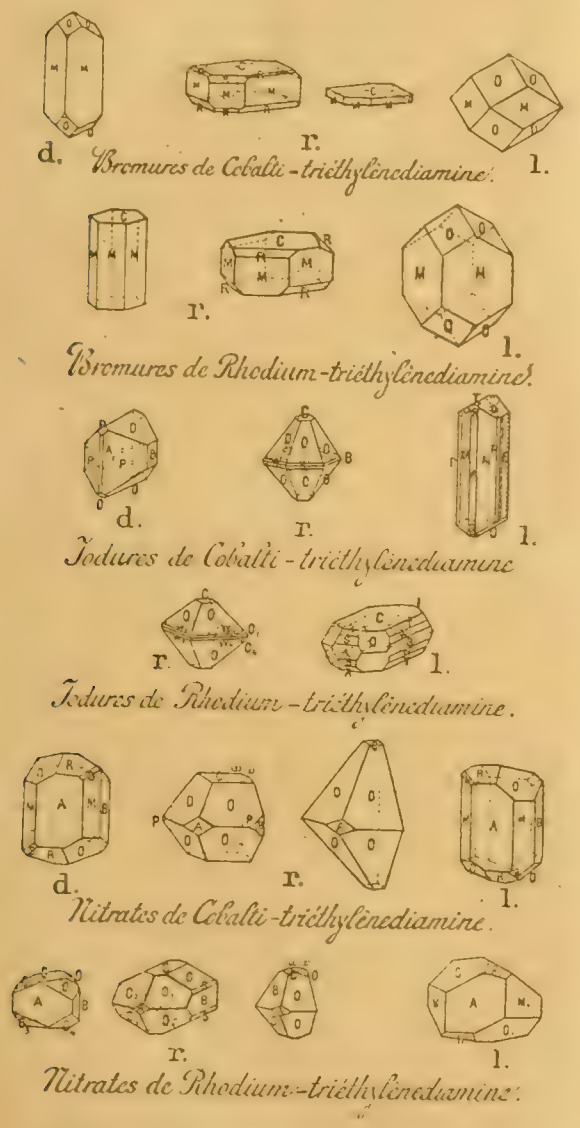


Fig. 6. — *Formes cristallines des sels de cobalt- et de rhodium-triéthylènediamine.*

ces sels, et nous avons déterminé leur symétrie particulière, non seulement par des mesures précises, mais aussi à l'aide de la méthode des figures de corrosion. Les séries des sels de cobalt- et rhodium-triéthylènediamine, ainsi que ceux des acides rhodo- et irido-oxaliques et de l'acide rhodo-malonique, ont pu être étudiées le plus complètement dans cette direction. Dans ces dernières séries, renfermant toutes des restes d'acide oxygéné comme substituants dissymétriques, on voit, d'après la figure 6, que le principe de Pasteur est complètement vérifié, car, dans tous les cas de ce genre, l'hémiédrie non superposable des antipodes se trouve manifestée dans les formes cristallines.

Par contre, pour les sels de la série des ions à triéthylènediamine, ce n'est pas toujours le cas. Tandis que, pour quelques-unes de ces combinaisons, l'apparition de l'hémiédrie non superposable s'exprime d'une façon assez évidente, par exemple chez les nitrates, dithionates, perchlorates, etc., — en un mot pour les sels dont l'anion était un oxyacide, — il fut impossible de la trouver chez les sels halogénés, particulièrement chez les chlorures, bromures, iodures, et en général aussi chez les thiocyanates. Malgré toute la peine dépensée pour obtenir des cristaux montrant des formes non superposables, par des cristallisations répétées dans les circonstances les plus variées (par exemple avec des bromures de cobalt- et rhodium-triéthylènediamine, qui cristallisent en très beaux cristaux), il a été impossible jusqu'ici d'obtenir des faces limitantes, par lesquelles on aurait pu prouver cette hémiédrie en toute certitude (fig. 7).

Si l'on place ces faits en regard de l'énorme activité optique de ces sels, il faut reconnaître qu'il n'y a pas, chez ces combinaisons extraordinaires, de relation rationnelle entre l'intensité du contraste optique des antipodes et le contraste cristallographique. Même chez les oxalates, nettement trigonaux hémiédriques (trapézoédriques), on n'a pu rencontrer une seule fois, dans les cristaux hémièdres, une forme trapézoïdale, qui est la plus générale pour cette symétrie, — mais seulement une bipyramide trigonale. Il semble qu'on doive chercher la cause de cette imcompatibilité entre les phénomènes optiques et cristallographiques dans les circonstances spéciales par lesquelles ces cas diffèrent de ceux ordinairement étudiés en Chimie organique, à savoir : dans l'identité chimique des radicaux disposés dissymétriquement dans ces molécules, — identité qui semble être une condition très défavorable à l'apparition de l'énantiomorphie cristallographique.

On ne peut cependant plus douter de l'exactitude de principe de la loi de Pasteur. Car l'activité optique de sens opposés chez les antipodes va néanmoins de pair avec une énantiomorphie de leurs cristaux. Mais, tandis que la grandeur du pouvoir rotatoire, déterminé surtout par la configuration dissymétrique en soi, ne semble pas fortement influencée par l'identité chimique des substituants, cette dernière semble diminuer

parfois l'intensité de l'énantiomorphie cristallographique à un tel degré, qu'elle devient trop faible pour prouver son existence avec certitude, en se basant sur les mesures directes.

De ce qui précède nous pouvons tirer une vue nouvelle sur la superposition des effets précédents chez les dérivés du « carbone asymétrique », selon la théorie de Van't Hoff et Le Bel : là aussi le groupement dissymétrique a une influence prépondérante sur la valeur du pouvoir rotatoire en solution, tandis que l'inégalité chimique des quatre radicaux entourant l'atome de carbone est la cause principale, dans la plupart des cas, d'une énantiomorphie prononcée des cristaux des antipodes. C'est par cette distinction des effets différents superposés dans le phénomène final que décrit l'énoncé de Pasteur que nous pourrons sans doute approfondir un jour nos conceptions sur cette loi et la doctrine des « atomes asymétriques ».

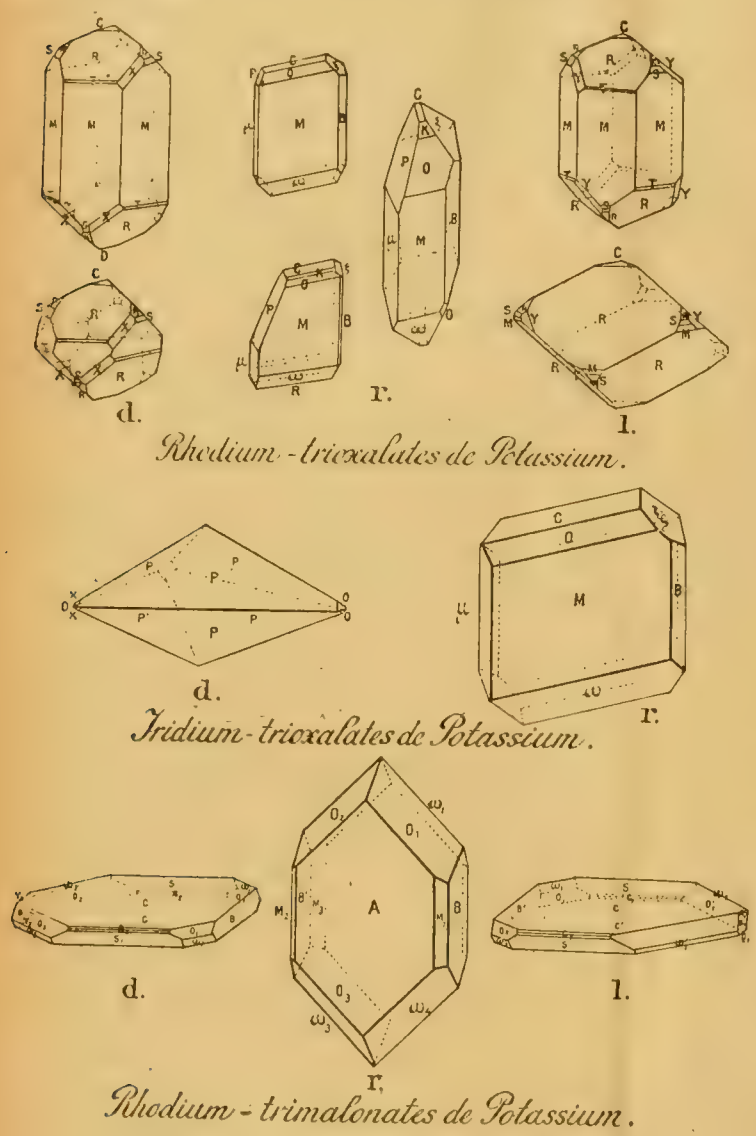


Fig. 7. — *Formes cristallines des trioxalates et trimalonates complexes.*

VIII

L'étendue de cet article ne nous permet pas de considérer en détail les questions nombreuses qui se sont posées au cours de ces recherches ; nous renvoyons pour cela le lecteur aux mémoires originaux.

Je veux seulement attirer encore l'attention sur un point : faut-il attribuer aux antipodes de même signe, ayant une constitution analogue malgré la nature différente de l'atome central, un groupement droit ou gauche ? Car l'influence très considérable de la nature chimique de l'atome central sur la forme de la courbe de dispersion, comme nous l'avons vu plus haut, n'écarte pas la possibilité d'un renversement du sens de la rotation par le remplacement du cobalt par le rhodium comme atome central, par exemple.

Werner, en effet, a cru pouvoir conclure à des faits analogues, lors de ses essais de séparation des sels des ions triéthylènediamine-cobalt et triéthylènediamine-rhodium par combinaison avec un acide optiquement actif. En supposant que les ions complexes actifs de même structure stéréochimique donnent avec la même substance — base ou acide — optiquement active toujours les combinaisons les moins solubles, il a conclu du fait, qu'en séparant les bromures de triéthylènediamine-cobalt et de triéthylènediamine-rhodium à l'aide des bromo-*d*-tartrates, on obtient du bromo-tartrate le moins soluble le sel cobaltique *dextrogyre*, mais le sel rhodique *lévogyre*, le sel de rhodium lévogyre a la même configuration stéréométrique que le sel cobaltique dextrogyre ; ou, en d'autres termes, que le remplacement de l'atome de cobalt par le rhodium n'a pas seulement changé la grandeur de la rotation spécifique, mais simultanément son signe algébrique. Ce fait est d'une telle importance pour la conception que nous devons avoir de l'atome comme système composé qu'il est intéressant de vérifier l'exactitude de cette supposition.

Disons d'abord que Werner ne donne qu'un

seul exemple[1], mais non une preuve persuasive de la valadité générale de la thèse qu'il soutient au sujet de la relation entre la configuration et la solubilité. En effet, l'exactitude de cette affirmation de l'éminent chimiste suisse semble fort sujette à caution, vu que la solubilité des substances chimiques, et sa relation avec la température, est une « propriété constitutive » des molécules si compliquée que des règles qui sembleraient d'une application générale, même pour des séries homologues, deviennent souvent d'une valeur illusoire par suite d'exceptions tout à fait inattendues.

Au contraire, dans la forme cristalline des substances, on a un phénomène qui est lié beaucoup plus étroitement aux relations géométriques existant dans la molécule, c'est-à-dire avec sa configuration, que la solubilité.

Un fait important pour notre but, et qui a été rigoureusement prouvé par nos recherches, est

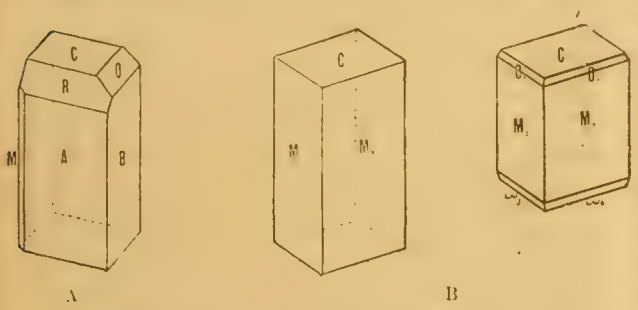


Fig. 8. — *Formes cristallines des chloro-d-tartrates triéthylène diamine-cobaltique et rhodique.*

que les combinaisons correspondantes des sels *cobaltiques*, de *rhodium* et d'*iridium* sont parfaitement *isomorphes* entre elles, et non seulement les sels racémiques, mais également les antipodes optiques. La place des éléments Co, Rho et Ir dans la même série verticale du huitième groupe de la table périodique des éléments le faisait déjà prévoir, au moins pour les sels racémiques; mais les investigations effectuées ici nous ont permis d'étendre cette conclusion aussi aux séries des sels optiquement actifs. Sur les figures 6 et 7 on peut voir divers exemples de formes cristallines montrant cette relation d'isomorphie; et c'est un fait de très haute importance pour les considérations qui vont suivre que le remplacement simple d'un atome métallique central dans ces complexes optiquement actifs par un autre atome métallique de cette série laisse intacte la relation d'isomorphie existant pour les substitutions de ces éléments l'un par l'autre. Bien qu'il n'y ait aucun rapport direct entre les formes cristallines du racémique et de ses antipodes chez les sels du cobalt, la substitution dans les deux cas de l'atome central par un autre, par exemple par le rhodium, n'entraîne aucune variation essentielle de la forme cristalline. Toutes les combinaisons complexes racémiques analogues du cobalt et du rhodium sont rigoureusement isomorphes, de même que les sels actifs de ces métaux, quand leur constitution est analogue.

La configuration de l'ion complexe actif des sels cobaltiques ne subit donc pas de changement sensible, lorsque l'atome de cobalt est substitué par un atome de rhodium. Et ce fait, qui découle immédiatement des expériences, me semble pouvoir servir de base à la solution de la question de savoir quels sels optiquement actifs du cobalt ont une configuration correspondant à celle des sels actifs du rhodium.

Quand on opère la séparation des isomères optiques du chlorure ou bromure de triéthylènediamine-cobalt au moyen de chloro-*d*-tartrates ou de bromo-*d*-tartrates, on obtient, en éliminant le radical tartrique du sel déposé le premier, un antipode *dextrogyre*. Quand, dans le chloro-*d*-tartrate d'un ion optiquement actif d'un sel triéthylènediamine-cobaltique ayant un arrangement dans l'espace déterminé, on remplace le cobalt central, en respectant et en conservant rigoureusement l'arrangement orignal des trois substituants, par un atome de rhodium, il va de soi, d'après ce qui précède, que le chloro- ou bromo-*d*-tartrate de l'ion triéthylènediamine-rhodique ainsi créé sera aussi rigoureusement isomorphe avec le sel de cobalt correspondant. Mais si l'arrangement original du ion complexe cobaltique était changé en l'inverse en substituant le cobalt par le rhodium, il est clair que les chloro-*d*-tartrates et les bromo-*d*-tartrates maintenant formés ne pourraient plus être isomorphes avec les sels correspondants mentionnés ci-dessus, parce que ces sels sont formés par la combinaison de deux ions à structure énantiomorphe et d'un anion optiquement actif.

Dans la figure 8 nous avons représenté les deux chloro-*d*-tartrates les moins solubles, se déposant donc les premiers des solutions aqueuses du mélange générateur. Or ils ne sont même pas isomorphes : le dérivé cobaltique est *asymétrique* (triclinique-pédial; $a : b : c = 0,6211 : 1 : 0,6521$; $\alpha = 102°20'$; $\beta = 101°16'$; $\gamma = 95°16^2/_3'$); le sel rhodique est *monoclinique* (probablement de symétrie sphénoïdique; $a : b : c = 0,9158 : 1 : 0,6965$: $\beta = 72°35'$), et leurs paramètres ne présentent pas la moindre similitude.

1. A. Werner : *Bull. de la Soc. Chim.* Paris (1912), p. 21; G. Urbain et A. Sénéchal : Introduction à la Chimie des Complexes (1913), p. 174.

Il faut donc bien en conclure que les deux chloro-*d*-tartrates,— et de même les deux bromo-*d*-tartrates qui manifestent une isomorphie confinant à l'identité avec eux, — *ne correspondent pas à des complexes triéthylènediamine de configuration analogue, mais à ceux de structure antilogue.* Et le fait que ces sels ne sont pas isomorphes concorde, de plus, avec la constatation que le chloro-*d*-tartrate du sel cobaltique cristallise avec 5 molécules d'eau, tandis que l'analyse montre que le chloro-tartrate du sel rhodique ne contient que 4 molécules d'eau de cristallisation. Les sels proprement isomorphes des séries homologues ont toujours le même nombre de molécules d'eau d'hydratation.

Et, en réalité, en éliminant le radical tartrique du chloro-*d*-tartrate rhodique considéré ci-dessus, on obtient un sel triéthylènediamine-rhodique actif, *non* dextrogyre, comme dans le cas du sel cobaltique, mais *lévogyre*. Ce dernier fait ne s'explique donc pas, comme l'a cru M. Werner, par une inversion du signe algébrique de l'activité optique de l'ion sous l'influence spéciale du rhodium introduit, mais simplement parce que le sel chlorotartrique le moins soluble, dans le cas du rhodium, possède la configuration inverse de l'ion cobaltique qui s'est combiné dans le sel le moins soluble avec l'ion chloro-*d*-tartrique.

Tous ces faits sont d'une dépendance si logique qu'à mon avis on ne peut pas douter que les sels dextrogyres du *cobalt* et du *rhodium* ont un arrangement dans l'espace tout à fait analogue, comme également les sels lévogyres des deux séries. Le fait que les *nitrates* actifs de ces deux séries présentent souvent des sphénoïdes de signe contraire, tandis que leurs solutions possèdent un pouvoir rotatoire de même direction, ne prouve rien contre notre conception, vu qu'il n'y a pas de relation déterminée entre la configuration de la molécule et l'apparition de formes hémiédriques positives ou négatives dans l'habitus des cristaux. Celle-ci dépend surtout de circonstances extérieures mal définies et souvent accidentelles pendant la cristallisation. C'est ce qui résulte, par exemple, de la comparaison des *bitartrates alcalins*, qui sans aucun doute correspondent à la même configuration dans l'espace, à savoir celle de l'acide tartrique dextrogyre, mais chez lesquels l'apparition de sphénoïdes positifs ou négatifs paraît fortement influencée par la présence de traces de certains autres sels dans la solution, par exemple du citrate de sodium.

D'après ce qui précède, l'atome de cobalt ou de rhodium central a donc bien une influence sur la grandeur de la rotation spécifique de la molécule, mais nullement sur le sens de celle-ci. Cette conception est moins forcée et plus naturelle que celle de M. Werner. Elle se prête mieux à l'imagination immédiate; et tant que les faits ne nous y obligent pas absolument, il vaut mieux nous représenter les relations entre les phénomènes naturels d'une manière aussi simple et aussi claire que possible.

L'exactitude de notre vue pourra être soumise à un contrôle ultérieur par l'étude des dérivés *triéthylènediamine-iridiques* correspondants, qui toutefois semblent très difficiles à préparer.

J'espère que le résumé précédent, forcément schématique et incomplet, des recherches effectuées en ces derniers temps au laboratoire de Groningue, aura du moins fait saisir au lecteur leur importance pour notre conception de la configuration stéréochimique des molécules. En même temps, j'ai attiré l'attention sur quelques autres côtés de la loi énoncée par Pasteur, il y a soixante-dix années, à la suite de son admirable découverte, et du principe au sujet duquel on n'a pas encore dit le dernier mot, ni estimé entièrement la signification la plus profonde.

F.-M. Jaeger,
Professeur de Chimie physique et inorganique
à l'Université de Groningue,
Membre de l'Académie des Sciences d'Amsterdam.

L'INVASION DES POUX AUX ARMÉES EN CAMPAGNE
PENDANT LA GUERRE DE 1914-1918

L'étude que j'ai faite antérieurement au sujet de la pullulation des rats aux tranchées [1] a rappelé que les données de la Zoologie générale devaient servir de base à toute prophylaxie dirigée contre des parasites animaux de l'homme.

Si nous étudions dans le même esprit cet autre fléau des armées en campagne, qui fut l'invasion par les poux, nous verrons que les données de

1. *Revue générale des Sciences*, 15 et 30 juillet 1918.

la lutte contre cette autre calamité de la guerre bénéficient encore des mêmes idées, de la même sorte d'analyse.

Si le rat était redoutable au point de vue épidémiologique, parce qu'il aurait pu être l'agent propagateur de la peste, les poux risquaient d'être tout aussi dangereux parce qu'ils pouvaient disséminer le typhus exanthématique et la fièvre récurrente. En outre, des travaux récents ont établi qu'ils étaient les agents d'inoculation de la fièvre des tranchées [1].

Sauf à l'armée d'Orient, le typhus fut exceptionnel aux armées. La peste n'y a pas été épidémique, tandis que la fièvre des tranchées y était très fréquente. Ceci prouve bien qu'en épidémiologie, l'agent parasite propagateur, même quand il se multiplie à l'excès, peut ne pas avoir de conséquences graves, si le germe spécifique de la maladie ne s'est pas trouvé à l'un de ces stades évolutifs qui font les grandes épidémies. Cela n'empêche que le parasite, hôte intermédiaire, mérite toute l'attention de l'hygiéniste ; car, en temps d'épidémie, le parasite est ce qu'il y a de plus facile à atteindre, à détruire. Si l'insecte parasite, sans le germe microbien, est incapable de faire l'épidémie, le germe microbien, d'autre part, ne se propagera pas, si l'insecte parasite intermédiaire ne le véhicule pas, ne l'inocule pas. Si, dans nos armées en campagne, depuis 1914, la peste et le typhus exanthématique n'ont pas fait de déplorables ravages, on ne peut guère dire que cela soit dû à l'activité du Service d'Hygiène, car celui-ci, du commencement à la fin de la guerre, fut totalement impuissant à débarrasser l'armée des rats aussi bien que des poux. Si l'une des grandes épidémies, peste ou typhus, avait commencé à se développer, il eût été à craindre de la voir prendre les proportions d'un véritable désastre ; rien ne s'opposait à leur propagation ; au contraire, leur très large diffusion était préparée par la présence, en très grande abondance, des hôtes intermédiaires indispensables.

Aux armées de 1914, la répartition des poux, la zone d'épidémie de ceux-ci, s'est presque rigoureusement limitée aux tranchées et aux cantonnements de repos des troupes de l'avant. Il y eut bien, il est vrai, une légère augmentation de la fréquence des poux dans les régions de l'intérieur, car les permissionnaires en rapportaient ; mais, à l'intérieur, la multiplication de ces parasites fut promptement endiguée, et le pou y resta presque une des originalités du « *poilu* ».

Nous en revenons donc à établir sur ce point un parallèle avec ce qui fut observé pour la répartition des rats pendant la guerre. Ceux-ci, nous l'avons vu, excessivement abondants aux tranchées, ne se multiplièrent pas cependant sur le reste du territoire.

Aux tranchées, les « totos » furent une calamité par leur excessive fréquence pendant les grandes périodes de la guerre ; les hommes, alors, en étaient couverts ; c'était par centaines qu'on les comptait et nul n'était à l'abri de leurs atteintes.

Cette invasion par les poux fut une surprise. Nul ne l'avait supposée possible. On savait bien qu'il existait des pouilleux dans certaines populations pauvres, mais rien n'avait permis de penser que la guerre au xxe siècle s'accompagnerait encore de ce fléau ; même, les traités d'hygiène militaire étaient muets à ce sujet.

Jusqu'à une période presque toute récente, les parasites du corps étaient très répandus, et dans toutes les classes de la société. Il serait facile de réunir des anecdotes typiques à ce sujet [1].

On a rencontré des poux depuis les contrées les plus froides (Groënland ; Nansen) jusqu'aux pays tropicaux.

Aux armées en campagne, les poux furent de tout temps une calamité du soldat. C'est ainsi que, pendant la guerre de Crimée [2], ils constituaient un véritable fléau.

Pendant la guerre de 1914, les poux ont été très fréquents sur le front de France et au front d'Orient ; les Allemands en étaient infestés ; les Américains en ont eu également à en souffrir.

Le pou, animal répugnant, doté de la plus fâcheuse réputation, avait l'inconvénient de troubler et même d'empêcher, par des démangeaisons intolérables, le peu de sommeil que le soldat parvenait à soustraire aux obligations du service. Le pou, lorsque ses piqûres sont répétées, provoque chez certains sujets prédisposés diverses sortes d'éruptions cutanées fort pénibles.

De plus, il est bon de rappeler qu'il aurait pu être dangereux ; il le fut sur le front d'Orient où il fit de nombreuses victimes par le typhus qu'il propagea.

Exactement comme l'invasion des rats, l'invasion des poux ne fut pas tout à fait contemporaine

1. Strong : Etude expérimentale sur la fièvre des tranchées. *Bull. Académie de Médecine*, 19 novembre 1918 ; — et Travaux du Comité de recherches médicales de la Croix-Rouge Américaine, Oxford, 1918.

1. Vie de Nicolas Platter (autobiographie, p. 13), cité in Letourneau : *Evolution de l'éducation*, Paris, Vigot, 1898, p. 519. — Rabelais : *Gargantua*, livre I, chap. xxxvii.

2. Mismer : *Souvenirs d'un dragon de l'armée de Crimée*. Hachette, 1887, p. 99.

du début de la guerre. Il lui fallut quelques semaines pour se propager au point de devenir gênante; mais, dès le deuxième mois de la campagne, toutes les troupes, à l'avant, en étaient infestées.

Un fait très particulier qui vaut d'être soigneusement noté, c'est que si les troupes virent pulluler à l'infini le *pou du corps*, à aucun moment, par contre, nul n'eut à se plaindre d'une invasion similaire par le *pou de tête*. De même encore, le *pou du pubis* (*morpion*), s'il fut peut-être un peu plus fréquent qu'à l'ordinaire, le fut seulement dans les limites où les maladies vénériennes se multiplièrent. On voit immédiatement par là que, si l'on était tenté d'expliquer la pullulation du pou du corps par la seule cohabitation, on se contenterait d'une interprétation insuffisante. Si la cohabitation était seule en jeu, le pou de tête, le pou du pubis et le pou du corps auraient dû se propager en proportion équivalente, puisque les conditions générales étaient semblables pour ces trois sortes de parasites.

C'est la biologie du pou du corps qui seule peut nous expliquer comment cet insecte a pu donner naissance à cette sorte d'épidémie parasitaire observée aux armées; elle nous dira aussi pourquoi les mesures hygiéniques qui ont été appliquées sont restées à peu près inefficaces. Les conclusions de cette étude biologique constituent une leçon pour l'avenir, car elles nous apprendront quelle orientation devrait être donnée à la lutte contre la phtiriase dans les grandes agglomérations.

PREMIÈRE PARTIE : BIOLOGIE DU POU DU CORPS

Il ne faudrait pas croire qu'il soit bien facile d'être complètement documenté sur cette biologie du pou du corps. Les travaux d'entomologie abondent à son sujet, mais la presque totalité des travaux français, si minutieux sur une description exacte de la forme de l'animal, de celle de ses pattes, de ses antennes, ne nous apprend presque rien sur la biologie de l'animal, sur ses mœurs. Les travaux descriptifs récents paraissent seulement bien établir qu'il n'y a plus lieu de distinguer, comme on le faisait autrefois, une espèce ou une variété distincte pour le *pou des malades* (*Pediculus tabescentium* Alt, 1824). Celui-ci est simplement un pou du corps qui bénéficie de conditions tout spécialement favorables à son développement et à sa multiplication.

Si l'on veut être documenté sur la biologie du pou du corps, il faut avoir recours à des travaux parus en langue anglaise, particulièrement à ceux de Warburton, et surtout au travail considérable de G. Nuttall, paru en 1917[1].

Ce travail extrêmement complet comporte une bibliographie de 639 numéros, dont nous reproduirons seulement, en fin du présent travail, le répertoire français, en y ajoutant quelques références plus récentes. Dans l'exposé que nous allons faire de la biologie du pou du corps, le travail de Nuttall nous servira de guide.

I. — Spécificité parasitaire

Le premier fait qui domine la biologie du pou, c'est qu'il est parasite strict, en ce sens qu'à aucun stade de son existence, il ne peut trouver sa nourriture ailleurs que sur l'animal même dont la nature l'a fait parasite; en outre, un lien très étroit unit chaque espèce de pou à une espèce déterminée ou à un groupe très restreint de Mammifères ou d'Oiseaux.

Voici à ce propos ce qu'en dit Railliet[1] : « Dans la plupart des cas, il est nécessaire que les sujets, seuls affectés, appartiennent à la même espèce. Cependant, on sait que cette règle souffre des exceptions, puisque certains poux sont communs à plusieurs hôtes (Kemmerer aurait même constaté sur l'homme la présence de *Trichodectes* (?), s'accompagnant de douleurs violentes).

« En dehors de ces cas exceptionnels, il peut arriver, par suite de la promiscuité qui règne souvent parmi les animaux domestiques et en particulier parmi les oiseaux de basse-cour, qu'une espèce parasite passe sur un hôte étranger; mais on reconnaît aisément ces déserteurs à leur petit nombre (ils sont ordinairement du même sexe, des femelles), à l'absence de leurs lentes qui normalement sont le témoignage de leur reproduction, et à l'absence d'individus à différents degrés du développement. »

Dans une note qu'il a eu l'obligeance de m'envoyer à ce sujet, le Prof. Railliet ajoute : « On peut donc dire que la spécificité de l'hôte est une règle assez étroite, quoique non absolue; elle est étroite surtout chez les Anoploures ou poux suceurs de sang, moins chez les Mallophages ou poux mordeurs, mais comporte des exceptions dans les deux groupes. Exemples : Poux suceurs : le *Pedicinus longiceps* se rencontre chez un semnopithèque et chez un macaque. L'*Hæmatopinus asini*, chez le cheval et chez l'âne.

1. G. Nuttall : Bibliographie du *Pediculus* et sa biologie. *Parasitology*, vol. X, n° 1, 19 novembre 1917.

1. Railliet : *Traité de Zoologie médicale et agricole*, 2e édition, 1895, p. 849.

« Je ne connais pas d'exemples de passage du pou de l'homme aux animaux. Par contre, Artault a signalé à la Société de Biologie (1895, p. 684) deux cas de pédiculose accidentelle transmise du singe à l'homme. Il s'agissait dans les deux cas du *Pediculus breviceps* transmis par le *Macacus cynomolgus*.

« En ce qui concerne les poux mordeurs, les exemples d'hôtes multiples sont plus nombreux et peut-être un peu plus variés. Exemples :

Trichodectes pilosus sur le cheval et l'âne,

Philopterus icterodes sur le canard et l'oie,

Lipeurus heterographus sur la poule et le canard,

Lipeurus caponis sur la poule, le faisan, la pintade, etc.

« En tout cas, le danger de contagion entre homme et animaux domestiques est *pratiquement nul.* »

Dans le groupe des rats, l'*Hæmatopinus spinulosus* a été observé chez le *Mus decumanus;* l'*H. Spiniger* chez l'*Arvicola amphibius;* l'*H. praecisus* sur un rat d'Abyssinie (?); l'*H. acanthopus* sur le *Microtus agrestis*, le *Mus arvalis* et le *Mus decumanus*.

On voit par là que la règle de la localisation spécifique des parasites cutanés se trouve confirmée, dans des groupes bien différents.

Il est heureux pour nous que nous ne soyons pas aptes à échanger nos poux avec des espèces voisines, car ce serait une voie redoutable ouverte à cette sorte de contagion.

Le pou du corps se rencontre d'ordinaire en plus grande quantité chez l'homme au cours de l'hiver. Ceci concorde d'ailleurs avec une donnée épidémiologique bien établie, celle de la prédominance habituelle des épidémies de typhus exanthématique pendant la saison froide. Si le pou est plus fréquent en hiver, il est vraisemblable que cela correspond à ce que les pauvres gens conservent alors leurs effets plus volontiers sur le corps, sans pouvoir ni les quitter ni les changer.

La température de la peau, au contact des vêtements, varie entre 40° et 32° C. et c'est précisément la température optima pour la vie et le développement du pou du corps.

II. — Lieux d'élection

Le pou se tient accroché dans ceux des vêtements qui sont portés au contact direct de la peau, et ne descend sur la peau du porteur qu'au moment précis où il doit y prendre sa nourriture. Dans les vêtements, le pou réside de préférence dans toutes les parties de ceux-ci qui sont plus strictement appliquées contre le corps (cou, ceinture, dos, fesses). Il pond ses œufs dans les vêtements, surtout dans les vêtements de dessus. Là, il les loge de préférence dans les plis, le long des coutures, dans la ceinture du pantalon, dans les plis de la vareuse, de la veste; il les amasse dans tous les coins où ces œufs pourront profiter de la chaleur humaine nécessaire à l'éclosion, sans risquer cependant aucun frottement intempestif, destructeur. Aussi, presque jamais les œufs ne se trouvent-ils dans la chemise. C'est le pou du corps, adulte, seul qui réside dans celle-ci. Nuttall affirme que, si on y regardait de plus près, on trouverait plus souvent qu'on ne le pense des amas d'œufs de poux sur les poils du corps humain. Je puis affirmer pour ma part que cette localisation est très exceptionnelle. Je ne l'ai jamais constatée, malgré une recherche attentive dans un très grand nombre de cas.

Neveu-Lemaire est d'avis aussi que jamais les œufs du *Pediculus vestimenti* ne sont pondus sur la peau ou sur les poils[1].

III. — Rapidité de locomotion

Un des faits un peu imprévus de la biologie du pou du corps est l'agilité que cet insecte est capable de déployer sur une surface velue, tandis qu'il est au contraire complètement hors d'état de progresser sur une surface lisse. Ainsi Nuttall rapporte que des poux se trouvant dans l'intérieur d'une chaussure sont tout à fait incapables d'en sortir. Pour ma part, ayant conduit un certain nombre d'élevages de poux, je me suis amusé à constater leur maladresse quand, leur repas terminé sur une portion de peau bien lisse et bien glabre, ils essayaient de regagner leur gîte habituel. Alors, sur cette surface lisse, ils patinaient, dérapaient, et leurs efforts maladroits rappelaient assez exactement la démarche d'un canard sur la glace.

Sur le vêtement au contraire, le pou est réellement très agile. En général, il cherche à progresser en fuyant la lumière et, quand la température baisse légèrement, il progresse plus vite. Hase rapporte que le pou marche plus rapidement quand il est à jeun. L'adulte a une allure plus rapide que le jeune. Sur un papier-filtre bien horizontal, on a vu un pou adulte parcourir 22,7 cm. à la minute. Si la surface est inclinée, il marche moins aisément. Sur un tissu rugueux, il parcourt 10 cm. à la minute. Peacock l'a vu progresser de 1 m. 50 en une heure.

Si l'on rapporte comparativement ces vitesses à la longueur du corps de l'animal, on constate que, par rapport à sa taille, le pou marche aussi

1. Neveu-Lemaire : Parasitologie animale, 1902, p. 165.

vite qu'un homme qui ferait six kilomètres à l'heure. Cette rapidité de progression de l'animal explique très bien comment le parasite peut aller du pouilleux à l'homme indemne qui couche à peu de distance. C'est presque toujours le contact assez proche avec un pouilleux qui produit la contamination. Le contact avec un pouilleux moribond ou mort depuis quelques instants est particulièrement dangereux, parce qu'à ce moment les poux émigrent rapidement à la recherche de l'homme vivant le plus proche. Il y a là quelque chose de très analogue à ce qui se produit, dans les mêmes conditions, pour les puces et pour le pou de tête chez les mourants. C'est alors, pour ceux-ci, l'émigration en masse et on les voit grouillant sur l'oreiller, sur le matelas, en recherche de pâture, d'un nouveau porteur.

On avait supposé que la maladresse du pou à progresser et à se fixer sur les surfaces lisses rendrait utile, dans les milieux infectés, l'usage de sous-vêtements en soie. Spécialement, en Angleterre, des essais ont été faits dans ce sens. Ils n'ont donné aucun résultat favorable; le pou réussit à s'accrocher aux étoffes de soie et arrive à fixer ses œufs dans les coutures de celles-ci.

On a affirmé que le pou du corps pouvait être disséminé par le vent. Schilling a rapporté le cas d'une Commission sanitaire turque qui, en 1916, aurait été contaminée de cette façon. Il faut avouer que le cas cité par lui n'a pas la valeur d'une expérience bien rigoureuse et que toutes les interprétations restent plausibles.

On a même été jusqu'à parler de la dissémination des poux par les mouches domestiques. Le fait n'est pas impossible, mais il est cependant vraisemblable qu'il reste bien exceptionnel.

IV. — Élevage expérimental du pou

Toutes les notions acquises sur la biologie du pou ont pour base des expériences faites par élevage du parasite. Il semblerait, à première vue, que rien ne soit plus aisé que de l'élever, étant donnée la façon dont le pou se reproduit à l'excès quand on ne le souhaite pas; ce serait cependant se faire bien illusion. Le pou s'élève difficilement en captivité et tous ceux qui ont voulu en faire l'élevage expérimental ont eu, pour commencer, de nombreux échecs. J'en avais, pour mon compte, été quelque peu surpris au début. J'ai été moins étonné quand j'ai su quels avaient été les échecs analogues des divers expérimentateurs. Pour réussir un élevage de poux, il faut placer ceux-ci dans des conditions rigoureusement identiques à celles de leur vie normale.

Le premier qui ait essayé de se faire quelque idée expérimentale de la vie et de la reproduction du pou paraît être Leuwenhœck. Celui-ci mettait deux gros poux femelles dans un fin bas noir, cette couleur étant choisie à dessein, pour mieux distinguer les parasites et leurs œufs. Le bas étant mis en place, Leuwenhœck appliquait sur celui-ci une ligature un peu serrée au-dessus du genou. Examinant le bas quelques jours plus tard, il constatait que l'une des femelles avait, en un endroit, déposé un lot de cinquante œufs; en un autre point, l'autre femelle avait groupé quarante œufs. Au dixième jour Leuwenhœck trouva dans le bas 25 sujets. Il les jugea nouvellement nés, âgés de un ou deux jours, mais il ne continua pas l'expérience au delà de ce terme.

Quantité de détails en apparence insignifiants interviennent pour faciliter ou compromettre les tentatives d'élevage artificiel. Ainsi, Nicolle, élevant, pour ses études sur la propagation du typhus, des poux qu'il conservait, en dehors des moments de pâture, dans des tubes de verre, aurait constaté qu'il est nécessaire de placer dans l'intérieur de ces tubes des fragments d'étoffe *ayant été déjà portée au contact de la peau.* Il semble que l'imbibition de l'étoffe par les produits de la sécrétion de la peau humaine aient une heureuse influence sur le développement du pou. Une étoffe neuve n'a pas les mêmes propriétés.

Divers autres procédés de culture du pou ont été proposés. Le plus perfectionné, sans contredit, semble la méthode du bracelet, de Nuttall, système dont on trouvera la description complète avec figure dans son mémoire déjà cité : Un bracelet de cuir faisant deux fois le tour de l'avant-bras y maintient encastrée, dans une sorte de lucarne de ce cuir, une petite boîte en bois, assez basse, dont les deux fonds ont été largement percés. Le fond inférieur a son orifice garni d'un tissu très fin, à mailles tout justement assez larges pour que les poux, même jeunes, ne puissent s'échapper au travers de cette sorte de grillage[1]; mais cependant les mailles sont encore assez larges pour que les sujets en expérience puissent prendre leur repas sur la peau humaine en piquant celle-ci au travers des espaces laissés libres. Le fond supérieur est garni d'un tissu à mailles plus fines, son rôle étant simplement d'assurer la ventilation de l'intérieur du système.

Les expérimentateurs, qui essaient d'élever

1. De 25 à 36 mailles au centimètre carré. Sikora, qui utilisait, dans un but analogue, une gaze de soie à 12 trous par centimètre carré, vit que, dans ces conditions, les larves n'arrivaient pas à se nourrir; probablement leur rostre trop court ne leur permettait pas d'atteindre la peau du porteur.

des poux en les conservant soit dans un sachet placé à l'étuve ou porté sous les vêtements, voient la plupart de ces insectes périr rapidement par suite des traumatismes inévitables subis par eux au moment où on les saisit, soit pour les mettre en pâture, soit pour les réintégrer dans leur tube. J'avais pour ma part essayé de réduire ces traumatismes en manipulant le pou à l'aide de petites bandelettes de papier pourvues d'une encoche minuscule à une de leurs extrémités. Malgré cette précaution, les pertes, dans mes élevages, restaient encore considérables, et il vaut certainement beaucoup mieux adopter un système analogue à celui qui a été proposé par Nuttall. Dans l'appareil de cet auteur, l'animal vit dans des conditions aussi pareilles que possible à celles de son existence normale; il descend de lui-même prendre la nourriture dont il a besoin, et aussi souvent que cela lui est nécessaire.

Quand, dans une contrée où le typhus exanthématique risque d'être observé, on désire faire des expériences sur la biologie du pou, et par conséquent en faire des élevages, il est de rigueur de les nourrir sur des sujets ayant déjà été atteints de typhus, de façon à éviter toute inoculation accidentelle de la maladie, puisque le typhus se transmet par voie héréditaire chez le pou.

V. — Cycle évolutif

Nous allons maintenant décrire le cycle évolutif complet de cet animal, en partant de la ponte, en suivant ensuite les différentes phases de sa vie jusqu'au moment où il devient lui-même apte à se reproduire.

§ 1. — Sexes

Swammerdam supposait que le pou était hermaphrodite. Peut-être se basait-il sur le nombre colossal des œufs pondus. Pourtant le pou est nettement sexué; en dehors de certaines différences morphologiques, on reconnaît la femelle sous le microscope aux œufs prêts à être pondus qui se dessinent fort bien au travers de son abdomen.

La proportion des mâles aux femelles a été assez discutée. Un auteur a indiqué qu'il y aurait seulement 40 % de mâles.

§ 2. — Ponte

La ponte commence de 24 à 36 heures après la troisième mue larvaire. Elle est nettement influencée par la température, le froid la retardant, et diminuant le nombre des œufs. Le nombre d'œufs dépend aussi de l'abondance de nourriture que trouve l'insecte. En général la ponte commence au 2e ou au 3e jour après la copulation. Dans les vêtements, sur leur face non soumise à la lumière, dans les plis, dans les endroits où se superposent deux épaisseurs non exposées à glisser l'une contre l'autre, la mère fixe solidement ses œufs à l'aide d'une substance qui agglutine avec eux les poils du tissu. L'adhérence est telle qu'il ne faut pas compter sur un brossage, même énergique, pour les détacher.

1. *Influence de la température.* — L'influence bien nette de la température sur le nombre des œufs est démontrée par le tableau que voici :

65 femelles de *P. corporis*	à 22°	donnent	3 œufs en 46 heures
35	30°	188	24
10	21°	0	24
Les mêmes	22°-23°	8	24
Les mêmes	34°	meurent rapidement après avoir pondu	

On voit par là et de la façon la plus indiscutable que la ponte est soumise à un maximum thermique extrêmement limité; cet optimum est aux environs de 30°; il correspond exactement à la température à laquelle se trouve le vêtement porté sur le corps de l'homme.

2. *Nombre d'œufs pondus par une femelle.* — Pour se rendre compte de la rapidité de pullulation des poux, connaître le nombre d'œufs pondus par une femelle était un renseignement primordial à obtenir. D'après Railliet, une femelle fournit de 70 à 80 œufs. Eysell donne le chiffre de 80. Warburton, ayant fait vivre une femelle pendant 25 jours, obtient 124 œufs. Sikora a suivi le développement de femelles qui ont vécu de 21 à 45 jours. Il obtint avec celles-ci : 88, 81, 175, 194, 198, 197 œufs. Swellengrebel (1916) vit une femelle lui fournir 107 œufs. Bacot observa 6 femelles qui, en 23, 29, 32, 32 et 34 jours eurent 118, 102, 180, 123, 172 et 150 œufs. En totalisant les résultats obtenus par les divers auteurs, on a des chiffres qui vont de 55 à 295, soit une moyenne de 177. Si l'on cherche ensuite à savoir quel est le nombre d'œufs pondus par jour, on apprend que Nuttall, mettant en expérience 10 femelles à 32° C., récolta en 10 jours un total de 312 œufs, soit par conséquent une production de 3,1 par jour. Mais il faut tenir compte qu'à l'état naturel la production est plus intensive. A l'intérieur d'un grand gant de feutre montant haut sur l'avant-bras et servant de cage d'élevage, on obtint une moyenne journalière de 9,6 œufs par jour pendant 23 jours.

§ 3. — Développement de l'œuf

1. *Eclosion des œufs.* — L'éclosion des œufs est encore strictement fonction de la température;

entre 8 et 10°, les œufs ne peuvent pas éclore (Hindle). Des œufs soumis pendant 13 jours à 10°, puis placés ensuite à une température oscillant entre 26° et 30°, éclosent en 8 jours.

Si des œufs ont été soumis d'abord pendant deux jours à une température de 0°, puis qu'on les porte ensuite à la température de 26°-30°, ils éclosent en 13 jours, ce qui établit, par comparaison avec l'expérience précédente, que la température de 0° en a retardé l'évolution ultérieure.

Dans une série d'expériences portant sur cette même question, on a noté que des œufs maintenus :

uniformément à 25° éclosent en	16 jours,
entre 25° et 28°	8-10
25° et 30°	id.
uniformément à 28°	6-7
» 28°	7
» 30° (sec)	7-14
dans une poche de vêtement	8
32° (sec)	7-8
dans un tube près du corps	8
35°	7 j. 1/2
à 35° sur le corps,	6
à 35° sur le bras	7
dans un bas, sur la jambe	6-8
à 36° (sec)	4-8
39°	5-7
38°	8
40°-45° meurent.	

La conclusion est que, entre 30° et 35°, température optima, l'éclosion se produit entre le 6e et le 8e jour. L'éclosion est nettement retardée quand les œufs sont soumis à des alternances un peu marquées de température. Si, par exemple, les œufs sont placés pendant le jour à la température du corps, puis, pendant la nuit, à la température de la chambre, Warburton constate que l'éclosion est retardée au delà de 4 semaines.

Nuttall fait subir à un lot d'œufs des alternances oscillant entre 30° et 10° par périodes de 24 heures chacune. Quatre œufs seulement ont éclos sur le lot en expérience, et au 35e jour seulement.

D'autres expérimentateurs ont répété la même expérience en faisant passer ces œufs par ces mêmes températures, par périodes alternantes de 12 heures : 4 œufs seulement ont éclos aux 26e et 27e jours. Nuttall, dans une autre expérience, avec oscillations de température de 37° à 8° par périodes de 12 heures, voit seulement 2 œufs arriver à éclosion au 16e jour.

Le même auteur, soumettant un lot d'œufs à des alternances de température de 37°-14°, par périodes de 12 heures, a obtenu seulement 4 éclosions au 15e jour.

Bacot, voulant se rendre compte de l'influence de l'état hygrométrique du milieu, maintient des œufs à 24°5 sous un état élevé d'humidité. Il obtient des éclosions en très petit nombre au 23e jour seulement.

Cette série d'expériences est d'importance capitale au point de vue hygiénique ; elle explique comment il suffit de quitter ses vêtements la nuit ou d'user de vêtements de nuit pour être promptement débarrassé de poux qu'on aurait accidentellement contractés. C'est la raison pour laquelle, dans les nations modernes civilisées, les personnes qui s'astreignent aux petites exigences banales des usages contemporains ne connaissent plus les parasites dont leurs ancêtres étaient infestés.

2. *Fertilité des œufs.* — D'ordinaire, pendant toute la durée de son état adulte, la femelle pond des œufs à peu près également fertiles et il n'y a à établir, à ce point de vue, aucune différence ni pour les premiers, ni pour les derniers de la série.

On trouve un certain nombre d'œufs infertiles entremêlés au hasard parmi les autres, mais seulement dans la proportion infime de 9 à 10 %.

La femelle reste fertile pendant un certain nombre de jours après qu'elle a été isolée du mâle. D'après Harrisson, cette période durerait deux jours seulement; Sikora a vu des femelles demeurer fertiles pendant douze jours après leur isolement. D'autres femelles le sont restées pendant neuf jours seulement. Dans un cas de Hindle, cette fertilité s'est prolongée pendant huit jours.

Bacot, recherchant quel était le pouvoir fertilisant du mâle, a constaté qu'un mâle avait pu fertiliser dix-huit femelles.

3. *Durée du développement. Mues successives.* — L'œuf donne naissance à une larve qui sort de celui-ci assez rapidement, en 2 à 5 minutes. C'est une période très dangereuse pour l'animal qui, à ce moment de son existence, est extrêmement fragile et meurt si les conditions extérieures ne sont pas parfaites pour lui. Il suffit du moindre abaissement de la température environnante pour que la larve succombe.

Dans aucun auteur je n'ai trouvé mention de l'habitat des larves du pou. Habitent-elles encore au voisinage de leur point d'éclosion, dans les coutures des vêtements, ou au contraire vivent-elles déjà accrochées, comme l'adulte, dans le linge de corps? Je n'ai pas pu être renseigné à ce sujet, qui est cependant d'une importance extrême en ce qui concerne la prophylaxie.

Avant de parvenir à l'état adulte, l'insecte subit trois mues successives. Autrefois, le nombre de

mues avait été l'objet de quelques contestations. Warburton en a nettement déterminé le nombre, qui s'élève à trois, et le fait a été confirmé en 1913 par Patton et Cragg, puis successivement par Hindle, Sikora, Müller, etc.

Voici, résumées dans le tableau I, les constatations des divers auteurs au sujet du temps total qui s'écoule depuis le premier stade (éclosion) jusqu'à l'état adulte.

Tableau I. — **Durée du développement du pou**

Temps écoulé	Température	Nourriture	Référence
15 à 18 j.	?	?	Railliet, 1895.
11 j.	corps	3 fois par jour	Warburton, 1911.
11 à 12 j.	?	?	Fantham.
15 j.	25° — 28°	1 fois par jour	Legroux.
17 j.	?	?	Jeanneret-Minkine, 1915.
9 à 10 j.	35° (35 poux sur une personne)	2 fois par jour	Sikora, 1915.
11 à 15 j.	25°	bras d'homme à satiété	Nuttall.

Un autre tableau, également emprunté à Nuttall, donne le détail du temps nécessaire pour chaque mue :

Tableau II. — **Temps nécessaire à chaque mue**

Nombre de poux	1re mue après :	2e mue après :	3e mue après :	Total	Température	Nourriture	Référence
11	3 jours	2 à 3 j.	3 à 4 j.	8 à 10 j.	35°	6 fois par jour	Sikora
11	5 à 6 j.	4 à 6 j.	4 à 6 j.	11 à 15 j.	35°	2 fois par jour	id.
40	3 jours	4 à 5 j.	4 à 5 j.	12 jours	poche le jour — 31° la nuit	6 à 7 fois par jour	Bacot
40	4 jours	6 jours	6 jours	16 à 17 j.	30°	1 fois par jour	Patton et Cragg.

D'après les expériences qui ont été faites, on peut aussi fixer le temps nécessaire pour arriver, d'œuf en œuf, à la maturité de reproduction. Ce temps est de 16 jours, c'est-à-dire qu'il peut s'écouler exactement 16 jours entre le moment où, un œuf ayant été pondu, l'insecte qui en est sorti est, à son tour, apte à la reproduction, et pond lui-même son premier œuf fertile. Neveu-Lemaire fixe ce temps à 18 jours.

4. *Nombre hypothétique des descendants.* — D'après les données précédentes, en raison du très grand nombre d'œufs pondus par une femelle et aussi du temps relativement très court qui s'écoule avant que les descendants du premier couple soient eux-mêmes en état de reproduire, la descendance d'une seule mère fertile suit une progression vraiment formidable, si l'élevage ne subit aucun déchet. Les calculs faits à ce sujet restent bien entendu du domaine de l'hypothèse, puisque nous avons eu soin de signaler déjà qu'à divers stades de son existence l'animal est extrêmement fragile. Le nombre des descendants vrais est par conséquent inférieur à celui des parasites qui pourraient exister. Dans une édition des œuvres de Leuwenhœck, datée de 1807, cet auteur estime qu'un seul couple peut avoir 5.000 descendants en 8 semaines. D'après Railliet (1895), une seule femelle peut avoir 125.000 descendants en 12 semaines.

Héraud dit que, si toutes les circonstances sont favorables, la 2e génération d'un même individu parvient en deux mois au chiffre de 25.000 et que la 3e génération, au bout de trois mois, atteint 125.000 individus. Dove, en 1916, calcule qu'une femelle a, durant son existence, donné naissance à 8.000 descendants. Bacot estime qu'une femelle a, durant sa vie, produit 4.160 descendants. Nuttall, tenant compte de toutes les variables qui peuvent intervenir, abaisse ce chiffre à 1918, mais il est cependant d'autres auteurs qui, en y ajoutant la production des descendants eux-mêmes, établissent qu'une même femelle arrive à avoir 112.778 petits-enfants.

Cette excessive fertilité se rencontre, en général, chez les espèces animales totalement dépourvues de moyens de défense ou soumises à de très nombreuses causes de destruction. L'état d'équilibre vital des diverses espèces sur le globe n'est pas modifié par la fécondité exubérante de certaines de ces espèces.

§ 4. — Biologie de l'adulte

1. *Résistance du pou à l'inanition.* — Au point de vue de la destruction du parasite, il était bien intéressant de savoir combien de temps celui-ci peut survivre quand il est privé de toute nourriture. Malheureusement les expérimentateurs sont à ce sujet d'avis sensiblement différents et les données de leurs expériences sont souvent mal précisées (tableau III).

TABLEAU III. — **Résistance de l'adulte à l'inanition**

Température	Conditions	Longévité	Auteur
36°	Sec	3 jours	Bacot
34°	?	1 jour	Haymann
25° à 29°	?	3 à 5 jours	Id.
24°	Humide	3 jours	Bacot
16° à 18°	Sec	4 à 7 jours	Id.
12° à 15°	Sec	7 à 9 jours	Hatmann
15°	Sec	3 à 4 jours	Nuttall
15°	?	5 jours	Id.
5°	?	3 jours 1/2	Id.
5°	?	3 jours	Id.

Il ne semble pas que les conditions accessoires d'habitat modifient en quoi que ce soit la résistance de l'animal à l'inanition. Le pou résiste aussi bien, qu'on le place soit dans du sable, soit dans de l'étoffe, soit dans de la paille, etc.

Quand on se reporte, à ce sujet, aux conditions naturelles, on constate que, là encore, les auteurs sont d'avis assez différents. Ainsi Legendre, à diverses reprises, a cherché lui-même et fait rechercher les poux dans la paille de couchage, sans réussir à en trouver. Une fois même, en présence de déclarations catégoriques de tout un groupe d'hommes qui mettaient en cause un logement sans d'ailleurs apporter un seul parasite, Legendre employa pendant deux heures consécutives une équipe de huit brancardiers à des investigations dans la paille incriminée. Malgré l'appât d'une forte prime aux chercheurs, il fut impossible à ceux-ci de découvrir un seul parasite[1]. Peacock, de son côté, faisant des recherches analogues dans les abris des tranchées n'en a trouvé qu'un très petit nombre, pas même un parasite par couchette (exactement une moyenne de 0,8 par couchette).

Dans les enquêtes que j'ai faites en cours de guerre, jamais les abris n'ont été accusés d'avoir contaminé de nouveaux occupants toutes les fois que ces abris étaient restés inoccupés pendant plus de deux jours. Au contraire, les récriminations visaient toujours les abris dans lesquels les troupes s'étaient succédé à moins de 48 heures d'intervalle. Il semble que ce soit une donnée moyenne d'ordre pratique à laquelle on puisse s'en tenir, lorsqu'on a à prescrire des mesures générales.

2. *Durée de l'existence de l'insecte adulte.* — Voici quelques données sur la longévité du pou lorsqu'il est nourri (tableau IV).

1. LEGENDRE : Sur la biologie et la destruction des poux. *Revue d'Hygiène et de Police sanitaire*, novembre 1916, p. 956.

TABLEAU IV. — **Longévité du pou adulte**

Nombre de poux	Sexe	Conditions	Longévité	Auteur
1	Femelle	Tube sur le corps	21 jours	Fantham
Quelques-uns	Femelles	Etuv. à 28°	30 jours	Swellengrebel (1916)
2	Mâles	Tube dans le vêtem.	17 à 21 j.	Warburton
1	Femelle	Id.	30 jours	Id.

Quelques auteurs ont constaté des chiffres s'élevant jusqu'à 45 et 46 jours. La moyenne générale est de 22 à 28 jours.

3. *Nourriture.* — Le pou se nourrit exclusivement, à tous les stades de son existence, de sang humain qu'il pompe par piqûre de la peau faite au moyen de son rostre. Il ne pique, pour se nourrir, qu'au moment où le porteur est au repos. Il lui faut éviter en effet, lorsque son rostre est ainsi engagé dans la peau, qu'un frottement, qu'un déplacement intempestif du vêtement, ne vienne râcler la surface sur laquelle il est implanté, ce qui serait pour lui, assurément, la cause d'un traumatisme grave ou mortel.

Quand on met le pou en pâture sur la peau, on le voit généralement hésiter un moment, comme pour choisir la place à laquelle il va piquer. Au moment où il engage son rostre dans la peau, son corps fait un mouvement de bascule, la tête s'abaissant jusqu'au contact de la peau, tandis que la pointe de l'abdomen se relève, et l'animal fait alors avec le plan de son horizon un angle qui atteint presque 45°.

Il faut au minimum que l'animal se nourrisse deux fois par jour. C'est en effet un gros mangeur, à digestion rapide. Quand il arrive pour piquer la peau, tout son corps est transparent, d'un blanc sale. Bientôt tout son abdomen se gonfle du sang qu'il vient de sucer et dont la couleur rouge se voit par transparence. L'abdomen prend alors une coloration brunâtre, un peu irrégulièrement répartie, ce qui avait fait, aux tranchées, raconter cette plaisanterie que les poux dont on était infesté étaient certainement d'origine boche, puisqu'ils portaient la croix de fer dessinée sur leur dos, ou bien qu'il en existait deux espèces, l'une grise, l'autre brune, l'une beaucoup plus redoutable que l'autre.

La larve se nourrit une seule fois en sortant de l'œuf. L'adulte commence à se nourrir 45 minutes après qu'il a atteint sa forme définitive. A basse température, la digestion est suspendue.

4. *Réactions à la lumière.* — Le pou du corps fuit la grande lumière, cherchant toujours à se réfugier dans l'ombre, à se cacher. Quand on essaie comparativement des éclosions en pleine lumière et des éclosions à l'ombre, on constate seulement que le nombre de succès est moindre sur le lot exposé à la lumière.

5. *Action de la température.* — Les variations de la température ont sur le pou une action très nette. A 0°, il est immobilisé. A 10°, il se meut très lentement. A 20°, il est assez actif; à 30°, très actif; de 37° à 40°, il est extrêmement actif. Au-dessus de 40°, il succombe bientôt. Entre 45° et et 50°, il meurt en quelques minutes.

6. *Mort apparente et mort réelle.* — Quand on se livre à des expériences sur la résistance du pou aux divers agents destructeurs, il faut bien se méfier que le pou présente, à côté de l'état de mort vraie, un état de mort apparente. Cet état de mort apparente peut donner naissance à des erreurs complètes d'appréciation de la valeur d'un antiseptique, d'un insecticide. Il est donc nécessaire de soigneusement noter, à la fin de chaque expérience, si les poux, immobilisés d'abord, ne reviennent pas ensuite à la vie. Beaucoup de substances essayées en vue de les détruire ont seulement sur eux une action anesthésiante : le pou s'immobilise, ne réagissant plus à aucune excitation. Si on le laisse ensuite quelques moments à l'air libre, on le voit peu à peu reprendre son activité.

Dans un second article, nous étudierons les moyens de destruction employés contre les poux.

Dr P. Chavigny,
Médecin principal de 2e classe,
Professeur agrégé au Val-de-Grâce.

BIBLIOGRAPHIE FRANÇAISE DE LA QUESTION DES POUX

AUBERT : Les poux et les écoles. *Ann. de Dermatologie*, 1880, p. 292.
BORDAS et BRUÈRE : Efficacité comparée de la benzine et de l'anisol pour la destruction des parasites. *Revue d'Hygiène et de Police san.*, t. XXXVII, p. 628.
BRUMPT : Traité de Parasitologie.
BLANCHARD : Zoologie médicale.
DELTA : Destruction des poux dans les épidémies de typhus. *Presse médicale*, XXIII, p. 175.
DESMONS : Traitement de la phtiriase. *Ann. de Thérapeut. dermat. et syph.*, t. I, 1901, p. 27.
GRELETTY : Pédiculose et son traitement. *Actualités médicales*, Paris, II, 161, 1890.
JEANSELME : Phtiriase et son traitement. *Journ. de Méd. interne*, Paris, t. IX, p. 31; 1905.
JOUSSEAUME : Destruction des poux du corps. *Bull. Acad. de Méd.* et *Rev. d'Hygiène*, t. XXXVII, p. 73; 1915.
LEGENDRE : Destruction des poux par le crésyl et le brossage. *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, t. VIII, p. 280; 1915.
LEGROUX : Destruction des poux. *Ibid.*, 1915, p. 470.
LETULLE et BORDAS : La désinfection entomoparasitaire. *Rev. d'Hyg.*, t. XXXVII, p. 245; 1915.
MEIGE : Les pouilleux dans l'art. *Nouv. Iconogr. de la Salp.*, 1897 et 1903.
NICOLLE : Série de publications sur le typhus.
POUILLAUDE : Contre les poux des soldats. *Insecta*, 1915, p. 56.
— Animaux nuisibles aux soldats en campagne. *Bull. Soc. méd. Ouest*, 1915.
SABOURAUD : Traitement des phtiriases par le xylol. *Clinique*, t. I, p. 201; 1906.
SOULIMA et EBERT : Nouveaux remèdes contre les parasites. *C. R. Soc. Biol.*, 1915, p. 340.
WARBURTON : Rapport sur des sujets d'hygiène et de santé publique au Local Govt. Board, Londres, 1910.
NICOLLE, BLANC et CONSEIL : *C. R. Acad. des Sciences*, 3 nov. 1914.
BLANCHARD : Instructions pour l'hygiène et la désinfection en temps de guerre (25 nov. 1914).
BLANCHARD : La lutte contre les poux. *Bull. de la Ligue sanitaire franç.*, n° 3, 2e édition, 15 juin 1915.
STRONG : Etudes expérimentales sur la fièvre des tranchées. *Bull. Acad. de Méd.*, 19 nov. 1918.
CARMICHAEL SMITH : Observations sur la fièvre des prisons et sur les fumigations de gaz nitrique. Genève, an IX (1801).
G. VITOUX : Les sections d'hygiène corporelle. *Revue d'Hygiène et de Police sanitaire*, 1917, p. 398.
— Phtiriases du corps et du cuir chevelu. Revue des procédés de traitement. *Presse médicale*, 1916, pp. 268 et 448.
LETULLE : Rapport relatif à la lutte contre les poux, puces, punaises. *Bull. Acad. de Méd.*, 21 décembre 1915. Notice reproduite in extenso in *Revue scientifique*, 1916, p. 55.
DE CLÉRAMBAULT : Destruction des poux. Repassage des vêtements. Réunion médicale de la Ve Armée. *Presse médicale*, 1915, p. 525.
RONDOT DU TAILLIS et POUÈGES : Les poux. *Journal des Sc. pharm. et chim.*, 1917.
DE FONT-RÉAULX : Une maladie des yeux attribuée aux poux (Kératite phlycténulaire). *Arch. de Parasitologie* (Blanchard), 1911, p. 385.
J. LEGENDRE : Un nouveau mode d'élevage du *Pediculus vestimenti*. *C. R. Soc. Biologie*, 4 mars 1916, p. 203.
J. LEGENDRE : Sur la biologie et la destruction des poux. *Rev. d'Hyg.*, 11 nov. 1916, p. 956.
H. LABBÉ : Destruction des poux et traitement des phtiriases. *Bull. Acad. de Méd.*, 18 mai 1915, p. 615.
LABBÉ et WAHL : Recherches sur l'intoxication des insectes du genre *Pediculus* par les vapeurs des différents corps minéraux ou organiques. *Journ. de Physiol. et de Path. générales*, sept. 1915, p. 872.
Les principaux insectes qui peuvent affecter la santé de l'homme ou des animaux dans les opérations militaires (circ. du 12 août 1915 du Bureau du Secrétaire d'Etat du Département de l'Agriculture des Etats-Unis. Traduction in extenso in *Bull. de l'Office intern. d'Hyg. publique*, 1917, p. 324).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Duhem (P.), *Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Bordeaux.* — **Le Système du Monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic**[1]. *Tome V. — 1 vol. in-8° de 596 pages. Hermann et fils, éditeurs, Paris*, 1917.

« Né du désir de concilier tous les dogmes d'origine juive ou chrétienne avec des théories issues du Péripatétisme, le Néo-platonisme ne pouvait manquer de se heurter aux difficultés que rencontre toute opinion moyenne; il devait, sur l'un comme sur l'autre de ses flancs, se voir assailli par les deux partis extrêmes; les disciples d'Aristote, d'une part, les théologiens mahométans, juifs ou chrétiens, d'autre part, devaient, par des raisons de sens opposés, mais convergentes, s'efforcer d'en rendre intenables les principales positions, surtout celles qu'il avait prises sur les rapports du Créateur et de la créature. »

Le tome IV nous a initiés aux « efforts » des philosophes néoplatoniciens arabes, Al Kindi, Al Farabi, Avicenne, Al Gazali, puis du restaurateur du Péripatétisme, « Averroès » ou le « Commentateur ». Le tome V, avec d'amples et copieux extraits, nous expose les théories juives et chrétiennes. Parmi les Hébreux, Duhem étudie longuement les œuvres d'Avicébron, de Moïse Maïmonide et ses disciples, la Kabbale; chez les docteurs chrétiens, les ouvrages commentés et critiqués sont principalement ceux de Jean Scot Erigène, Amaury de Benes, David de Dinant, Guillaume d'Auvergne, Alexandre de Hales, Robert Grosse Teste, Roger Bacon, Albert le Grand, saint Thomas d'Aquin, Siger de Brabant...

Avicébron ou Salomon ben Gabirol, dit Ibn Gabirol ou le Rabbin de Malaga, est l'auteur de *Fons vitae*, ouvrage qui, traduit par Dominique Gondisalvi, eut tant de vogue chez les Docteurs chrétiens parce que «la doctrine du Rabbin de Malaga leur semblait si fortement teintée de christianisme, que plusieurs d'entre eux se demandèrent si l'auteur n'avait pas été chrétien ». Guillaume d'Auvergne, Albert-le-Grand, saint Thomas d'Aquin, Jean Duns Scot citeront à l'envi ce traité d'Avicébron. Voici comment le docteur juif comprend la Philosophie : « Dans la science entière, dit-il, il y a trois parties, qui sont : la science de la Matière et de la Forme, la science de la Volonté et enfin la science de l'Essence première. » Cet ordre, ajoute-t-il, est celui qui convient à l'étude; mais, dans la réalité, l'ordre est inverse : l'Essence première précède la Volonté, qui précède, à son tour, la Matière et la Forme. Duhem ne croit pas que le traité de l'Essence première ait été composé, celui de la Volonté ne nous est pas parvenu et on ne trouve, au chapitre IV, que les théories de la Matière et de la Forme, des substances intermédiaires et du Verbe. Pour Avicébron, « la Matière universelle est la commune matière des substances corporelles et des substances intellectuelles; car les substances intellectuelles, même les plus simples, ne sont ni pure matière ni forme pure; elles sont composées de matière et de forme ».En attribuant une matière aux substances spirituelles, Avicébron se trouve débarrassé d'une difficulté qui a préoccupé une foule de Péripatéticiens. La notion de forme, pour la plupart des philosophes péripatéticiens, se confond avec la notion d'espèce. Dans tous les êtres de même espèce se trouve la même forme. La forme de l'humanité est unique et se rencontre identique en tous les hommes. Si les individus d'une même espèce se distinguent les uns des autres, c'est que la même forme ne se trouve pas en l'un appliquée à la même matière qu'en l'autre. C'est la matière qui est le *principe d'individuation*, principe fondamental en la Philosophie chrétienne. Si, « visiblement », Avicébron s'est inspiré de la *Théologie d'Aristote*, œuvre anonyme très remarquable, écrite pour « tenter la conciliation de la théorie néo-platonicienne de Proclus, de la doctrine chrétienne de Denys avec la Métaphysique d'Aristote », il semble non moins certain que le Rabbin de Malaga a puisé également à une source toute chrétienne que Duhem attribue à Jean Scot Erigène. L'œuvre du Docteur chrétien est ainsi commentée et rapprochée de celle d'Avicébron, au chapitre V, pour faire ressortir l'influence du premier sur le second. C'est dans la conception de la matière universelle que le Rabbin juif apparaît comme le disciple de Jean Scot, car il y a entre les deux auteurs « une si frappante ressemblance, non seulement dans les idées, mais jusque dans les formes revêtues par les idées, jusque dans les comparaisons et métaphores par lesquelles elles se veulent rendre plus aisément saisissables », que Duhem n'hésite pas à supposer qu'Avicébron ait eu connaissance du *De divisione naturæ* de Jean Scot. La vogue d'Avicébron dans la Scolastique latine est ainsi justifiée.

La Kabbale, ou Philosophie religieuse des Hébreux, fait l'objet du chapitre VI. C'est une œuvre anonyme, extrêmement complexe, allégorique, dont quelques parties « très obscures n'ont jamais été traduites dans aucune langue chrétienne ». C'est surtout sous le nom de *Zohar* que les théories de la Kabbale sont exposées. L'origine du *Zohar* est mal connue. Quant à son esprit et à ses auteurs, Duhem les présente ainsi : « Les innombrables rabbins qui ont, au cours des âges, collaboré à la production du *Zohar* n'étaient aucunement, en effet, chercheurs d'idées claires. Pour ces subtils commentateurs, chaque mot, chaque lettre, chaque point de l'Ecriture avait une signification mystique qu'il s'agissait de découvrir. « Malheur, disaient-ils, à l'homme qui prétend que l'Ecriture ne nous apprend que de simples contes et des choses vulgaires !... Chaque parole de l'Ecriture renferme un mystère suprême... Malheur aux coupables qui prétendent que l'Ecriture n'est qu'une simple narration !... » Les matières traitées sont : la nature de Dieu, la dualité divine, la trinité divine, la création, les deux Mondes,... la théorie de l'Amour, la Grande Année, l'Astronomie, la Chimie, l'âme humaine... On sera tout de suite fixé sur les clartés de l'ouvrage par ces débuts : « S'il est un sujet que le *Zohar* traite d'une manière singulièrement confuse, c'est assurément la nature de Dieu; plus on lit cet ouvrage, plus on désespère d'en tirer, touchant l'unité et la trinité divines, une doctrine précise...» Le lecteur appréciera donc à son gré cette théorie de la nature de Dieu et sans doute conclura-t-il, néanmoins, avec Duhem, que « toute cette doctrine kabbalistique de la trinité divine offre, avec la doctrine chrétienne, une bien grande ressemblance ». L'énigme de la création du monde est dévoilée en ces termes : « La création s'opéra par la volonté du mystérieux Infini... le Verbe n'apparaît que pour la création des détails, alors que la création de la matière générale fut opérée avant la manifestation du Verbe. » Les récits sur la création se composent donc d'allégories compliquées et nébuleuses; néanmoins, il semble cependant assez évident que Jean Scot et Avicébron aient été lus par les Kabbalistes. Une particularité de la création dévoilée par le *Zohar*, c'est la duplicité des choses : « Tout ce qui est sur la Terre est formé sur le modèle du monde d'en haut; et il n'y a pas le moindre objet en ce bas monde qui n'ait son équivalent dans le monde d'en haut qui le régit. En mettant en mouvement les objets d'ici-bas, on fait agir les forces d'en haut qui les régissent. Ainsi tout

1. Voir *Revue générale des Sciences* : Tome I, 26e année, p. 139; Tome II, 27e année, p. 94; Tome III, 27e année, p. 693; Tome IV, 28e année, p. 312.

objet ici-bas est l'image d'une force céleste qu'on met en mouvement en remuant l'objet d'ici-bas. »

Pour les Kabbalistes : « A chacun des astres visibles un ange est proposé; c'est cet ange qui transmet aux êtres terrestres les ordres du Chef céleste. Dans toutes les étoiles et dans tous les corps célestes, il y a des anges chargés de régir le monde d'une manière convenable, et il n'y a pas une plante sur la terre qui n'ait son régisseur dans quelque étoile ou corps céleste. Chaque étoile, à son tour, est placée sous les ordres d'un Chef céleste qui la régit de manière convenable. Toutes les étoiles du firmament sont au service de ce bas monde; et il n'y aurait ni plante, ni arbre, ni herbe sans les étoiles qui se regardent avec la terre, face à face. »

Les auteurs du *Zohar* croyaient à la Grande Année d'après ce « mot fameux de la *Sagesse* » : « Ce qui a été est encore, ce qui doit être a déjà été. » D'après eux : « Une tradition nous apprend qu'avant de créer ce monde Dieu avait créé et détruit plusieurs autres mondes. Quand il a plu à la volonté de Dieu de créer ce monde, il consulta la Loi et il créa le monde actuel de manière parfaite. » Au chapitre *Livre Occulte*, du *Zohar*, on lit : « Le Monde subsistera pendant six mille ans auxquels font allusion les six premiers mots de la *Genèse*. Au commencement du septième millénaire, le Monde entier sera anéanti en douze heures... A la treizième heure du septième millénaire, Dieu nous relèvera dans sa miséricorde et renouvellera le Monde en le remettant dans l'état où il était pendant les six millénaires précédents. »

L'astronomie de la Kabbale ne sort pas du domaine théologique ; Rabbi Hiya nous dit : « Les dix rideaux dont parle l'Ecriture désignent les dix cieux. Sept de ces cieux sont étendus dans le Trésor d'en haut. Au-dessus de ces cieux existe un Ciel qui n'a nulle couleur et qui échappe à tout entendement. Nul ne sait ce qui se passe dans les trois cieux supérieurs ; il convient à l'homme de garder le silence à ce sujet et de ne pas même chercher à approfondir ce mystère... »

Selon d'autres Kabbalistes : « Il y a sept firmaments en haut; chacun est orné d'étoiles, d'astres et de soleils... Tous les firmaments sont superposés comme des pelures d'oignons; les uns sont en haut et les autres en bas. Chaque firmament marche et se meut par la crainte de son Maître; c'est sur l'ordre de Dieu qu'ils se meuvent, sur son ordre qu'ils demeurent immobiles. » Cette parole de la *Genèse* : « Au firmament du Ciel, que des lumières soient faites » est ainsi commentée : « La Lune... et le Soleil... avaient été primitivement créés dans le but de cohabiter et d'éclairer la Terre simultanément ; mais c'est par la faute du Serpent que les lumières de ces deux astres furent séparées. » Malgré ces divagations astronomiques, certains auteurs modernes ont cru que l'on pouvait compter quelques rabbins au nombre des précurseurs de Copernic. Duhem ne partage pas cette opinion et la réfute en excellents termes. L'âme humaine, dit le *Zohar*, est désignée sous trois noms : esprit vital, esprit intellectuel et âme... L'âme doit dominer sur l'esprit intellectuel et celui-ci sur l'esprit vital. Les âmes descendent du Paradis en ce monde : au Paradis l'âme est formée de quatre vents, qui soufflent au Paradis... Sans ces quatre vents, qui constituent l'air du Paradis, l'âme n'aurait aucune forme, car elle n'aurait aucune enveloppe. Ces quatre vents sont noués l'un à l'autre et donnent la matière à l'enveloppe de l'âme, comme les quatre éléments de la terre fournissent la matière du corps... L'âme supérieure ne peut entrer dans un corps que lorsqu'elle est enveloppée préalablement dans une âme inférieure, laquelle lui sert en quelque sorte de nourriture. Quand le profane regarde un homme, il n'en voit que le corps; le sage aperçoit aussi l'enveloppe de l'âme; quant à l'âme même, Dieu seul la connaît. » Duhem ajoute : « Tout ce que le Néoplatonisme des Hellènes et des Arabes a dit de l'âme humaine nous surprend par deux caractères : cette doctrine ne tient aucun compte de l'individualité humaine, car elle morcelle l'âme de chacun de nous et la compose de plusieurs âmes plus ou moins séparables; cette doctrine ne tient aucun compte de l'irréductible indépendance de chaque individu humain, car elle fond les raisons des hommes divers dans une seule Intelligence active... Ce sera le propre de la Théologie catholique de lutter contre ces doctrines et de défendre l'individualité comme l'indépendance de la personne humaine... »

Avec plus de sens critique et en termes moins ténébreux, Moïse Maïmonide et ses disciples, dont Lévy Ben Gerson est le plus notoire, discutent au chapitre VII tous les points philosophiques déjà maintes fois énumérés. L'autorité d'Aristote est ainsi limitée par Maïmonide : « Tout ce qu'Aristote a dit sur ce qui existe au-dessous de la sphère de la Lune, jusqu'au centre de la Terre est indubitablement vrai; et personne ne saurait s'en écarter si ce n'est celui qui ne le comprend pas ou bien celui qui a d'avance adopté des opinions erronées et qui veut repousser les objections qui renversent ses opinions erronées. Mais à partir de la sphère de la Lune et au-dessus, tout ce qu'en dit Aristote ressemble, à peu de choses près, à de simples conjectures; et à plus forte raison, ce qu'il dit de l'ordre des Intelligences... » Moïse Maïmonide formule ensuite sa méthode : « Toutes les fois qu'une chose n'est pas susceptible d'être démontrée, il faut poser successivement les deux hypothèses contraires, voir quels sont les doutes qui s'attachent à chacun des deux cas opposés et admettre celui qui offre le moins de doutes... » Si prudente que soit la philosophie de Maïmonide, elle allait cependant faire surgir, au sein de la Synagogue des discussions passionnées. Celles-ci provoqueront cette appréciation de Renan : « La Théologie chrétienne, dès le XIIe siècle, avait cherché à s'incorporer l'Aristotélisme, mais en le corrigeant, en lui enlevant ses théories mal sonnantes, si bien même qu'en définitive tout se borna à l'introduction sans réserve dans les écoles chrétiennes de la Logique péripatéticienne, c'est-à-dire de la partie du Péripatétisme qu'aucune école ne peut renier. Il n'en fut pas de même dans le Judaïsme. C'est la Philosophie péripatéticienne tout entière avec sa Théodicée restreinte, sa théorie de l'âme pleine d'hésitation, sa négation de la Providence au sens vulgaire, son rationalisme absolu, son apparent matérialisme que Maïmonide adopta. Non seulement il n'y fit pas les suppressions et les additions que Thomas d'Aquin, Albert le Grand jugèrent indispensables; mais, parmi les interprétations du Péripatétisme, celle qu'il choisit fut la plus matérialiste, la plus opposée aux sentiments religieux du vulgaire, la plus ressemblante aux assertions des panthéistes et des athées... Il semble que la pensée de Maïmonide resta toujours contradictoire, que Maïmonide théologien et Maïmonide philosophe furent deux personnes étrangères l'une à l'autre et qui ne se mirent jamais d'accord... »

Duhem s'explique mal ce jugement, qui lui paraît d'ailleurs excessif et injuste, tout en admettant que les idées de Maïmonide aient pu « sembler singulièrement hérétiques à tout Israélite quelque peu soucieux d'orthodoxie ».

Les controverses religieuses suscitées par les théories de Maïmonide partagèrent les synagogues en deux camps : les Averroïstes et les Talmudistes. « Entre les deux partis la lutte fut ardente; les accusations d'hérésie et les anathèmes se croisèrent. Israel n'était pas une église hiérarchisée et soumise à un pontife, mais une synagogue anarchique et privée de grand prêtre; nulle autorité ne pouvait imposer silence aux adversaires, peser leurs raisons et leurs torts et porter un arrêt qui mît fin au débat... Celui qui mit fin au débat, ce fut Philippe le Bel; en juillet 1306, l'expulsion générale des juifs, chassant à la fois de Montpellier Averroïstes et Talmudistes, les accabla de craintes et de soucis qui leur firent oublier leur différend philosophique et religieux... »

Le chapitre VIII nous initie aux premières infiltrations de l'Aristotélisme dans la Scolastique latine. « Jusqu'au milieu du XIIIe siècle, semble-t-il, les deux noms de Platon et d'Aristote eurent ainsi, pour beaucoup de Latins, une signification qu'un historien de la

Philosophie quel que peu renseigné ne leur eût certes pas accordée; le nom de Platon dominait toutes les doctrines que l'on connaissait depuis longtemps, toutes celles qu'avec l'aide de saint Augustin et de Denys, on avait accommodées de telle sorte qu'elles s'accordassent au Dogme catholique ou ne lui fussent pas directement contraires; le nom d'Aristote, au contraire, servait d'enseigne à tous les systèmes nouveaux venus auxquels un commun langage donnait un air de parenté et, surtout, qu'une foule d'hérésies manifestes rendaient également suspects aux Chrétiens. ».

Les conséquences des théories d'Aristote se formulent ainsi : « Ce que l'Eglise redoute pour ses fidèles, ce dont elle veut les garantir, ce n'est ni toute l'œuvre d'Aristote ni la seule œuvre d'Aristote. La Dialectique péripatéticienne, la Logique de l'*Organon*, est depuis longtemps en usage dans les Ecoles; ce n'est pas que les docteurs, les saints, les Pères de l'Eglise n'aient, avec une inlassable persévérance, signalé et réprouvé l'esprit de subtilité et de chicane qu'elle y développe; mais elle a conquis droit de cité, et si l'excès qu'on en peut faire paraît également dangereux pour la raison et pour la foi, elle n'est pas, en soi, tenue pour semeuse d'hérésie. Il n'en va pas de même de toutes ces doctrines physiques et métaphysiques que les Grecs et les Arabes ont développées, et que les traducteurs viennent d'importer d'Espagne ; c'est en elles, en elles seules, mais en elles toutes que gisent les nouveautés dangereuses. L'autorité ecclésiastique va le marquer avec précision. » Nous n'entendrons plus désormais que les docteurs de l'Eglise. Au chapitre IX, ce sont Guillaume d'Auvergne, Alexandre de Hales, Robert Grosse-Teste.

« L'autorité du légat du pape a interdit, à Paris, toute leçon, soit publique, soit privée, dont l'objet serait la doctrine physique et métaphysique d'Aristote ou les diverses philosophies qui s'y rattachent... » Cela ne suffit pas.

Contre cette philosophie jugée subversive, il fallait autre chose que des prohibitions portées par l'autorité; il fallait une réfutation, rigoureuse et complète, opposée par la raison ; il fallait qu'une analyse minutieuse mît en pièces la vaste synthèse composée par les disciples d'Aristote, et montrât où chacune de ces pièces se trouvait faussée. Cette œuvre allait être entreprise par l'homme de grande science et de solide bon sens qui, en 1228, était monté sur le siège épiscopal de Paris, Guillaume d'Auvergne. C'est au *De Universo* et au *De Legibus* que se trouvent exposées les réfutations fondamentales de l'Evêque de Paris, aux théories aristotéliciennes qu'il ramenait à ces trois « affirmations essentielles » :

La première, c'est que la création tout entière a été faite nécessairement et de toute éternité.

La seconde, c'est que Dieu n'a créé directement qu'un être unique ; bien que créé, cet être a été à son tour créateur ; l'Intelligence qu'il avait produite a, elle aussi, fait œuvre créatrice, et l'Univers entier a été produit par une suite de créations non pas successives, puisqu'elles sont toutes éternelles, mais subordonnées les unes aux autres.

La troisième, c'est que les âmes humaines, créées par la dixième Intelligence, ne se distinguent point les unes des autres, si ce n'est en raison des corps qu'elles informent ; séparées de ces corps, elles ne forment plus qu'une âme unique.

Logiquement liées les unes aux autres, ces trois doctrines sont trois hérésies redoutables que le chrétien doit combattre avec la dernière vigueur; cette lutte contre les hérésies aristotéliciennes, il la mènera de pair avec la lutte contre l'hérésie astrologique, qui est venue des pays musulmans en même temps que les trois premières, et qui est soutenue, bien souvent, par les mêmes philosophes; cette dernière hérésie est souverainement funeste, car elle supprime le libre arbitre de l'homme.

La discussion sur l'Etre et le non-Etre, la Matière et la Forme est longue et abstruse. En voici un passage : « Si comme ils l'entendent, toute chose est ceci et cela, il en résultera que toute matière est ceci et cela, que toute forme est ceci et cela; tout serait ceci et cela, et l'on irait ainsi à l'infini; toute chose serait infiniment multiple; elle serait une infinité de fois ceci et cela ; rien ne serait plus intelligible, définissable ni démontrable ; ce Sage aurait erré d'intolérable façon si le sens de ses paroles était conforme à ce qu'en pensent ces gens-là... »

Sur l'œuvre d'Alexandre de Hales, Duhem s'exprime ainsi : « En réalité, Alexandre de Hales ne croit pas du tout à l'existence d'un Monde idéal éternel, distinct de Dieu, bien que créé par Dieu ; il partage pleinement la pensée que Jean Scot, que Guillaume d'Auvergne exprimaient avec tant de force et de clarté. »

Robert Grosse Teste, évêque de Lincoln, « avouait à l'égard de la philosophie péripatéticienne une très réelle méfiance » ; ses préférences « vont évidemment à la méthode platonicienne » et « en fait, ses pensées appartiennent toutes à ce platonisme chrétien que saint Augustin avait inauguré, que Scot Erigène, que Gilbert de la Porrée avaient professé ».

Les Questions de Maître Roger Bacon remplissent le chapitre X. « Entre la tradition de l'Ancienne scolastique latine, fidèle au Néo-platonisme de saint Augustin, et l'influence des philosophies nouvellement révélées à la chrétienté, il y aura lutte; le principal théâtre de cette lutte sera l'Université de Paris. » Roger Bacon est l'un des plus virulents protagonistes. Il dispute avec ardeur sur la matière, la forme, la quiddité, le principe d'individuation et, dit Duhem, de « ces débats, un temps devait venir où Bacon les tiendrait pour pures jongleries de mots autour d'une question qu'un homme sensé ne doit pas poser ». Sur l'éternité du Monde, citons ce passage : « L'Aristotélisme affirme et prétend démontrer que le Monde n'a pas eu de commencement; le Christianisme enseigne que le Monde a commencé, qu'il y eut une première révolution céleste et un premier homme. » Bacon s'imagina qu'il pouvait « démontrer philosophiquement que le Monde avait nécessairement commencé » et il prétendit encore « qu'Aristote n'avait jamais eu l'intention de soutenir la doctrine contraire ». Il fut seul de cet avis. Toutefois « si Bacon était seul à croire qu'Aristote n'avait pas soutenu l'éternité du Monde, il était, semble-t-il, de l'avis général, en prétendant que la Philosophie suffit à condamner cette éternité. Aussi entendra-t-on, dans l'Université de Paris, des murmures, et plus que des murmures, quand Albert le Grand et Thomas d'Aquin affirmeront cette proposition : La foi seule nous peut assurer que le Monde a eu un commencement. »

Les chapitres XI et XII sont consacrés aux deux docteurs dominicains qui tiennent une place si prépondérante dans ces luttes philosophico-religieuses et dans l'esprit de Duhem, particulièrement saint Thomas d'Aquin.

Albert le Grand, ainsi surnommé par « la postérité, admiratrice de son savoir encyclopédique », ne fut pas aussi goûté par ses contemporains. Roger Bacon a dit de son œuvre : « C'est la confusion et la destruction de toute science, car les écrits de cet auteur sont remplis d'erreurs et contiennent une infinité de choses inutiles... Jamais le monde n'a été abusé à ce point... »

Duhem partage un peu l'opinion de Bacon, car il ajoute : « Le jugement que Roger Bacon porte sur Albert le Grand n'est pas, dans sa violence, dépourvu de perspicacité... l'auteur s'y montre comme un homme prodigieusement laborieux... mais son œuvre n'a rien d'une synthèse où les doctrines, disparates en apparence, se trouveraient véritablement réduites à l'unité logique. Compilateur clair, consciencieux et complet, c'est vraiment le titre que mérite Albert ; c'était d'ailleurs le seul qu'il ambitionnât. »

Albert présente son œuvre en ces termes : « Dans la science de la Nature, notre intention est de donner satisfaction, autant qu'il est en notre pouvoir, aux Frères de notre ordre...

« La Philosophie réelle, c'est-à-dire celle qui n'est pas causée en nous par notre œuvre propre, comme est produite la science morale, se compose de trois parties : ce sont : la Philosophie naturelle ou Physique, la Métaphysique et la Mathématique. Notre intention est de rendre intelligibles aux Latins toutes les parties de cette Philosophie réelle. »

Albert le Grand n'a pas entièrement accompli sa promesse ; il n'a pas traité les sciences mathématiques ; il est permis d'ailleurs de douter, avec Roger Bacon, qu'il fût en état de la mener à bien ; mais il a exposé tout ce qu'en son temps comprenaient la Physique et la Métaphysique.

Il ne serait pas tout à fait exact, selon Duhem lui-même, de regarder Albert le Grand comme un simple compilateur. Tout en dissimulant ses préférences et s'efforçant de rapporter le plus fidèlement possible l'opinion de ses devanciers, il est visible qu'il est disciple d'Aristote plutôt que de Platon et qu'il est souvent fort perplexe devant les conclusions contraires de la Théologie et du Péripatétisme. « Les théories théologiques n'ont, dit-il, avec les systèmes philosophiques aucun principe qui leur soit commun. La Théologie, en effet, est fondée sur la révélation et l'inspiration, non pas sur la raison. Nous ne pouvons donc, en Philosophie, discuter de questions théologiques. » Il y a ainsi deux doctrines pour Albert : « Lorsqu'il enseigne à titre de théologien, il déclare faux et jette par-dessus bord tout ce qu'il avait enseigné comme philosophe. » En Philosophie, Albert déclare :

« Le physicien doit démontrer ce qu'il avance par les méthodes qui sont propres à la Science qu'il a l'intention de considérer, ou bien il doit se taire... Le philosophe ne doit rien imaginer ni affirmer qu'il ne puisse démontrer par raison. » Ecoutons encore le théologien sur le mouvement des Cieux. Les philosophes arabes ayant donné une âme pour moteur aux cieux, comme il y a incompatibilité avec le dogme révélé, Albert le Grand écrit : « Mais que tout cela ne soit qu'une maudite erreur, cela se voit clairement par cette parole de saint Jean Damascène, qui dit au chapitre VI de son second livre : « Que nul n'aille attribuer une âme aux cieux et « aux astres, car ils sont inanimés et insensibles. » Je crois donc plus vrai de dire que les cieux se meuvent seulement par l'ordre et la volonté de Dieu... »

La lecture des traités d'Albert le Grand laissait l'esprit du lecteur dans une étrange perplexité... Fallait-il reconnaître l'existence de deux vérités indépendantes l'une de l'autre, l'une fondée sur les raisons des Philosophes, l'autre établie sur l'enseignement de l'Eglise, toutes deux également certaines, ayant droit toutes deux à l'acquiescement de nos intelligences, même lorsqu'elles se contredisent formellement l'une l'autre ?

L'Œuvre de saint Thomas d'Aquin, c'est, semble-t-il, l'effort tenté par l'âme chrétienne pour sortir de la périlleuse situation où l'œuvre d'Albert le Grand l'avait placée. Thomas d'Aquin admet, comme son Maître, qu'il existe une vérité philosophique s'établissant par voie de raisonnement, sans rien emprunter aux méthodes de la Théologie ; il admet également qu'une autre vérité réside dans les enseignements de l'Eglise, « mais il est convaincu que ces deux vérités ne se peuvent opposer l'une à l'autre, qu'elles se doivent, au contraire, accorder de la plus harmonieuse façon ; et tous ses efforts, peut-on dire, vont à faire taire les dissonances qui nous empêcheraient de percevoir l'accord entre la Philosophie péripatéticienne et le Dogme catholique ».

Pour atteindre ce but, Thomas d'Aquin va donc reprendre la discussion de toutes les idées philosophiques de l'époque. Il commente l'Essence et l'Existence, Dieu et la Création, développe la théorie des Idées, le principe d'individuation, discute sur la matière et la forme, sur la Nature, les moteurs des cieux, l'éternité du monde et la Création, et l'ensemble de son œuvre forme le Thomisme que Duhem apprécie en ces termes : « Si, par Thomisme, on veut entendre une doctrine une et coordonnée qui appartienne en propre à saint Thomas d'Aquin, soit par les principes dont elle découle, soit par l'ordre qui en réunit et compose les diverses parties, nous pouvons, croyons-nous, formuler hardiment cette réponse : Il n'y a pas de philosophie thomiste.

« Dans l'œuvre philosophique du *Doctor Communis*, nous n'avons pas rencontré une seule proposition quelque peu notable dont nous puissions attribuer la paternité à ce Maître ; il n'en est pas une au bas de laquelle nous ne puissions inscrire le nom de l'auteur à qui elle a été empruntée..... La vaste composition élaborée par Thomas d'Aquin se montre donc à nous comme une marquetterie où se juxtaposent, nettement reconnaissables et distinctes les unes des autres, une multitude de pièces empruntées à toutes les philosophies du Paganisme hellénique, du Christianisme patristique, de l'Islamisme et du Judaïsme. Le Thomisme n'est donc pas une doctrine philosophique ; il est une aspiration et une tendance ; il n'est pas une synthèse, mais un désir de synthèse..... Son désir de synthèse est si grand qu'il aveugle en lui le discernement du sens critique. Il ne lui vient pas à l'esprit que, de quelque manière qu'on les découpe et disloque, les doctrines d'Aristote, du *Livre des causes*, d'Avicenne, n'arriveront jamais à se raccorder les unes aux autres, qu'elles sont radicalement hétérogènes et incompatibles, et surtout qu'elles sont inconciliables avec la foi chrétienne..... »

Le chapitre XIII, avec Siger de Brabant, termine le tome V. « Siger de Brabant excelle à montrer comment un esprit qui fait abstraction de tout l'enseignement catholique pour se mettre à l'école des seuls philosophes de l'Antiquité, ne peut pas ne point aboutir à des propositions directement contraires à la foi. L'incompatibilité du Dogme chrétien et des principes péripatéticiens se manifeste avec éclat dans ses écrits..... Siger de Brabant n'a pas prétendu qu'il enseignait la vérité à ses contemporains, mais seulement qu'il leur exposait la pensée d'Aristote. Pour Duhem : de tous les auteurs du XIIIe siècle, Siger de Brabant est le seul qui nous présente l'authentique pensée d'Aristote sans mélange, sans déformation, sans réticence.

Dans les écrits d'Albert le Grand et plus encore dans ceux de saint Thomas d'Aquin, le Péripatétisme se montrait atténué, imprégné de Néo-platonisme, dépouillé de ses thèses essentielles : il semblait qu'il fût possible de le concilier avec l'enseignement de l'Eglise catholique. Ceux qui, comme Siger de Brabant, se sont mis à l'école d'Averroès, ont restauré ce Péripatétisme altéré ; au système d'Aristote ils ont rendu sa rigidité logique.

A la vue de cet Aristotélisme qui se montrait à elle sans déguisement et tout nu, la Scolastique chrétienne comprit quelles seraient les conditions du vainqueur, si elle se laissait conquérir par cette doctrine. Il lui faudrait déclarer faux tout l'enseignement de l'Eglise catholique, ou bien il lui faudrait admettre que deux doctrines contradictoires peuvent être également vraies, l'une parce qu'elle est enseignée par l'Eglise, l'autre parce qu'elle est démontrée par la raison des Philosophes ; il lui faudrait, en un mot, sacrifier sa foi ou son bon sens. Son parti fut vite pris, elle sacrifia la philosophie païenne. »

Aussi bien édité que les précédents, par MM. Hermann et fils, ce tome V est d'une lecture ardue et souvent difficile avec nos préoccupations du jour. Il nous initie, avec une grande richesse d'information, à la pensée philosophique du Moyen Age, mais sans accroître nos connaissances sur le Monde. Nous sommes encore bien loin de Copernic ! Au tome IV, Duhem nous a montré la nécessité d'une Révolution théologique[1] pour arriver aux lois de l'Univers. Le tome V ne nous confirme pas seulement cette nécessité. Par le tableau vivant et vigoureusement accentué des discussions intellectuelles entre les plus grands esprits de l'époque, il nous fait sentir encore plus profondément quel effort de génie Copernic et ses successeurs devront dépenser pour

1. Voir *Revue générale des Sciences*, 28e année, p. 314.

accomplir la Révolution scientifique du XVIe siècle. Mais quel historien nous ressuscitera Duhem? Il est rarement d'accord avec ses prédécesseurs et il justifie ses jugements par des arguments qui ne sont point à la portée de chacun. Son œuvre elle-même ne nous découvre-t-elle pas de longues éclipses entre le maître et les disciples, entre Aristote et Averroès? Et n'y a-t-il pas, dans cette rupture brutale d'une œuvre en gestation, une image mélancolique de la fragilité de nos efforts, de la lenteur inexorable imposée à la marche de la Vérité et qui ajoute encore, si possible, aux regrets causés par l'implacable Destin!

A. Lebeuf,
Correspondant de l'Institut,
Directeur de l'Observatoire de Besançon.

2° Sciences physiques

Gauthier (H.), *S. J., Directeur de l'Observatoire de Zikawei.* — **La température en Chine et à quelques stations voisines** (*d'après les observations quotidiennes, compilées par*). *Tome I :* **Introduction. Tableaux quotidiens** (*janvier-avril*); *tome II :* **Tableaux quotidiens** (*mai-septembre*); *tome III :* **Tableaux quotidiens** (*octobre-décembre*). — **Appendice.** — *3 vol. in-quarto de XLVIII-784 pages avec XIX diagrammes hors-texte. Publications de l'Observatoire de Zikawei, Imprimerie de la mission catholique, Orphelinat de T'ou-sé-wé, près Shangaï*, 1918.

Cet important travail comprend en réalité trois parties. La plus volumineuse, qui est désignée par le titre de l'ouvrage, est constituée par des éphémérides très complets des valeurs moyennes et extrêmes de la température ainsi que des phénomènes météorologiques exceptionnels observés dans 100 stations réparties sur toute l'étendue du territoire chinois et les pays voisins; elle comprend près de 400 tableaux, un pour chaque jour de l'année, un par mois et un pour l'année entière, dans lesquels on a porté en regard des noms des stations, classées par ordre de latitude décroissante, d'abord les moyennes brutes, les moyennes ramenées à la normale et les moyennes calculées de la température, puis les moyennes des températures maxima, celles des températures minima et les amplitudes thermiques, enfin les températures extrêmes observées, le nombre d'années d'observations et l'indication du début de la série; on y a ajouté une comparaison des observations de l'année 1916 avec les normales et enfin les phénomènes particuliers qui ont été consignés sur les registres d'observations ou qui résultent de la comparaison des différentes journées à la journée normale.

Depuis l'ouvrage du Dr Fritsche : « The Climate of Eastern » (1877), qui ne contenait que les observations de 15 stations en Chine, c'est le premier essai de groupement d'un aussi grand nombre d'observations relatives à cette région couvrant une aussi longue durée.

La grande difficulté d'une telle entreprise est d'obtenir des observations faites dans de bonnes conditions. L'auteur indique les précautions prises par les observateurs bénévoles pour assurer l'exactitude des températures qu'ils notaient : emploi de thermomètres bien construits, comparaisons fréquentes avec des étalons, vérifications annuelles du zéro de l'échelle; il constate que l'abri thermométrique du genre « Stevenson » n'est pas suffisamment protecteur des réverbérations et de l'échauffement et que l'adjonction au toit d'une troisième feuille perforée n'a pas été faite partout; enfin, le changement d'observateur a été suivi quelquefois d'écarts sensibles dans la valeur des observations. Malgré ces défectuosités difficiles à éviter, auxquelles il faut ajouter le nombre trop petit d'années d'observations pour quelques stations, les moyennes fournies ne s'écartent guère de plus d'un degré des valeurs réelles, et les résultats publiés constituent une première approximation vraiment sérieuse de la température observable dans l'étendue du territoire chinois.

L'Introduction n'est pas moins intéressante que les éphémérides. L'auteur expose les tentatives qu'il a faites pour formuler devant le lecteur le problème qu'il s'est posé à lui-même : « Y a-t-il un parallélisme entre la quantité de chaleur théorique Q fournie par le Soleil, à notre latitude, et la température T enregistrée, de fait, à Zikawei? Ce parallélisme n'étant pas parfait, l'auteur, après avoir établi les températures moyennes de l'air à 1 m. 50 au-dessus du sol, et utilisant les valeurs de Q fournies par la méthode établie par M. A. Angot, Directeur du Bureau Central Météorologique, a tenté de déterminer l'effet causé sur l'action calorifique solaire par l'absorption atmosphérique au moyen des observations de l'actinomètre Arago-Davy, de l'héliographe enregistreur Jordan, et des observations de nébulosité; il a pensé également à rechercher l'influence du sol sur la température, celle de l'absorption de la chaleur par l'acide carbonique, l'ozone et la vapeur d'eau, celle de la pression, du vent et de l'évaporation. Constatant la régularité des courbes des moyennes mensuelles obtenues pour ces différents éléments à Zikawei, l'auteur les a représentées au moyen des formules de Fourier, puis il a cherché comment les courbes représentatives de ces différentes grandeurs peuvent être combinées entre elles pour être amenées, au moyen d'une échelle convenablement choisie, à produire une courbe résultante aussi proche que possible de la courbe expérimentale fournie par les seules moyennes thermométriques mensuelles. Le résultat des calculs dont tous les éléments sont donnés fournit une courbe dont la comparaison avec celle donnée par les températures moyennes montre que les résidus sont peu importants.

Enfin, des résumés mensuels très condensés donnent une description très claire de l'état général de la situation atmosphérique sur le continent asiatique, de ses variations au cours de l'année et des différents caractères du temps qui en découlent sur les différentes parties du territoire asiatique.

L'ouvrage constitue un ensemble de renseignements très détaillés et suffisamment précis qui sera consulté avec profit par toutes les personnes ayant quelque intérêt à connaître les éléments thermiques des divers climats de la Chine.

G. Barbé.

Carré (Pierre), *Professeur à l'Ecole des Hautes Etudes commerciales.* — **Précis de Chimie industrielle.** — *1 vol. in-8° de 976 p. avec 220 fig. (Prix : 16 fr. 50). J. B. Baillière et fils, éditeurs, Paris*, 1918.

Dans cet ouvrage, d'un caractère élémentaire, l'auteur a eu pour but d'exposer les propriétés et usages et la fabrication industrielle des substances chimiques les plus importantes. Voici un aperçu des principaux sujets traités : eau, glace et air liquide; combustibles; grande industrie chimique; métallurgie; matériaux de construction; petite industrie chimique; couleurs minérales, peintures et vernis; distillation du bois et du goudron de houille; matières colorantes organiques, teinture et impression; produits pharmaceutiques; huiles essentielles; poudres et explosifs; produits photographiques; hydrates de carbone et leurs produits de fermentation; corps gras, savons, bougies; matières textiles et plastiques; cuirs et peaux; caoutchouc et gutta-percha; colles et gélatines.

L'ouvrage est, en général, bien au courant des derniers progrès de l'industrie chimique et rendra service à tous ceux qui désirent s'initier rapidement aux principales opérations de la Chimie industrielle.

Férasson (Louis), *ancien élève de l'Ecole Polytechnique.* — **L'industrie du fer.** — *1 vol. in-16 de 219 p. de la Bibliothèque politique et économique (Prix : 4 fr. 50). Payot et Cie, éditeurs, Paris*, 1918.

Le petit ouvrage de M. Férasson permet de se faire une idée assez claire de ce qu'est l'industrie du fer. Après une définition des différents produits sidérurgiques, l'auteur s'occupe des matières premières utilisées, puis des divers procédés de fabrication, du travail du

métal et des principaux emplois des produits sidérurgiques. L'ouvrage se termine par une partie statistique très complète de la métallurgie du fer et de sa situation en France.

M. Desmarets.

3° Sciences naturelles

Suess (Ed.). — **La Face de la Terre** (Das Antlitz der Erde). *Traduit sous la direction de* M. Emm. de Margerie. *Tome III, 4e partie (fin). Avec un Epilogue de* M. P. Termier, *de l'Académie des Sciences, et les Tables générales de l'ouvrage.— 1 vol. gr. in-8° de XVI-364-258 pages, avec 2 cartes en couleurs, 3 pl. et 115 fig. (Prix : 25 fr. Majoration temporaire de 20 °/o). Librairie Armand Colin, Paris,* 1918.

Le dernier fascicule de la traduction française de l'ouvrage magistral d'Ed. Suess : *Das Antlitz der Erde* — dont la publication avait été retardée par la guerre — vient enfin de voir le jour [1]. Ainsi s'achève le travail entrepris il y a plus de 20 ans par M. Emm. de Margerie et poursuivi depuis lors avec une inlassable persévérance. Non seulement ce dernier a su rendre avec une scrupuleuse fidélité le texte du Maître, mais encore il l'a enrichi d'innombrables notes, cartes ou coupes qui font de *La Face de la Terre* un ouvrage plus complet et plus compréhensible que l'*Antlitz*. Et il a par là justement mérité l'unanime reconnaissance de tous les géologues qui parlent notre langue.

Dans un *Epilogue* qui est le digne pendant de la *Préface* écrite en 1897 par Marcel Bertrand pour le premier volume de l'édition française, M. P. Termier a porté, sur l'ensemble de l'œuvre de l'illustre géologue viennois, un jugement dont nous reproduirons quelques passages :

« La Géologie a marché d'un pas bien rapide depuis qu'Edouard Suess a écrit, en 1882, le premier volume de *Das Antlitz der Erde*, et même depuis qu'il a dicté, en 1908 et 1909, les dernières pages du livre. Mais, directement ou indirectement, il a sa part, souvent prépondérante, dans toutes les récentes découvertes, soit parce qu'il les a prédites, soit parce qu'elles sortent nécessairement des idées qu'il a semées, soit parce que les géologues auxquels nous les devons sont ses disciples et ont pris à son école, avec la méthode exacte et féconde, le bel enthousiasme qui fait les savants perspicaces et les novateurs heureux. La synthèse de notre globe, telle qu'elle est réalisée dans *La Face de la Terre*, n'est pas absolument définitive; aucune question n'est complètement résolue; aucun mystère n'est supprimé; le nombre des problèmes n'a fait que s'accroître au fur et à mesure que s'étendait la connaissance. Mais les grandes lignes sont désormais tracées du visage terrestre; et cette ébauche, exécutée par la main d'un maître, gardera sa vigueur et ses principaux traits sous les retouches successives...

« Livre extraordinaire, vraiment, et qui, dans son ensemble, ne peut pas être trop loué; livre ou chaque géologue vient, quand il est désorienté, retrouver sa route, et, quand il est fatigué, ranimer son énergie; livre donneur de clartés, excitateur d'enthousiasmes, inspirateur d'hypothèses fécondes, guide et soutien de l'observateur dans sa pénible marche à la conquête des phénomènes; grenier d'idées, et trésor de résultats acquis; école, tout à la fois, de hardiesse et de prudence; livre qui fait, à nos yeux, le monde plus vaste, la Terre plus éclairée et mieux comprise, et dont la lecture nous laisse une impression non pareille, l'impression d'une « Invitation au voyage », captivante et berceuse, murmurée par une voix très douce et nous entraînant à parcourir la Création enchanteresse.

« Il est divers, ce livre; et il est un. Commencé avant 1880, achevé en 1909, son élaboration a pris plus de trente années d'une vie incroyablement laborieuse : d'où sa diversité, qui est comme un raccourci des transformations et des progrès de la Science pendant ce tiers de siècle. Il est un, néanmoins : non seulement par le style, qui n'a point changé et qui a, tout au long du livre, la même gravité majestueuse, la même plasticité, la même sérénité; mais aussi par les idées générales, qui, presque toutes, datent de la jeunesse de l'auteur. Il expose l'histoire de la Géologie, dans le passé, et il semble la prophétiser, dans l'avenir. Quand on lit les derniers chapitres, ceux que contient l'ultime fascicule, on a la vision anticipée de la Géologie de demain, de la Géologie à laquelle seront conviés les jeunes hommes quand la Paix bienheureuse aura étendu sur l'Europe son ombre réparatrice. »

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — **Statistique agricole annuelle (1916).** — *1 vol. in-8° de 420 p. (Prix : 2 fr. 50). Imprimerie nationale, Paris,* 1918.

L'intérêt que présente cet ouvrage n'est pas discutable : c'est un état d'ensemble, pour l'année 1916, en pleine guerre, de notre production agricole. Les chiffres qui s'y rapportent ont donc une importance considérable non seulement pour l'agronome et l'économiste, mais encore pour l'historien.

La France, dévastée dans ses riches provinces du Nord, n'a produit que 55.767.320 quintaux de froment en 1916, alors que pendant les années de paix la production s'élevait, en 1907, jusqu'à plus de 103 millions de quintaux. Ce simple exemple suffirait à prouver que nous devons être intransigeants sur les réparations à exiger de notre barbare envahisseur.

M. R.

4° Sciences médicales

Dumas (Georges) et **Aimé** (Henri). — **Névroses et psychoses de guerre chez les Austro-Allemands.** *1 vol. in-16 de 243 p. (Prix : 6 fr. 60). Librairie Félix Alcan, Paris,* 1918.

Ce volume est consacré à l'analyse et à la critique sommaire de trois rapports d'ensemble écrits à Berlin par K. Birnbaum; ces rapports résument eux-mêmes les 360 publications parues sur le sujet en Allemagne jusqu'en mars 1916. Georges Dumas et Aimé attirent l'attention sur l'insuffisance de certaines distinctions ou théories; telle par exemple l'identification de la confusion mentale avec l'hystérie, qui obscurcit considérablement l'exposé de l'auteur allemand. — On lira avec curiosité certaines interprétations dont la pauvreté ne peut manquer d'apparaître : c'est ainsi que les Allemands expliquent le nombre relativement faible d'accidents nerveux ou mentaux observés dans leurs troupes en campagne, par la supériorité neuropsychique des races germaniques; quant à la cause de l'excellente santé nerveuse des prisonniers, il faudrait la rechercher dans l'hygiène publique et morale, et dans la diète nocturne auxquelles ils étaient astreints ! — Au reste les faits observés par les auteurs allemands, et qui ont trait aux modifications de la psychologie normale et pathologique des populations civiles et militaires pendant la guerre, à la neurasthénie de guerre, aux accidents neuropsychiques et aux troubles psychogènes (névroses de peur, névroses traumatiques, états hystériques), ne diffèrent en rien d'essentiel des faits observés par les neurologistes français sur les troupes alliées.

H. L.

1. Rappelons les volumes précédemment parus : Tome I : *Les Montagnes* ; in-8° de XV-835 p. avec 2 cartes en cou. et 122 fig. (Prix : 20 fr.). — Tome II : *Les Mers*; in-8° de 878 p. avec 2 cartes en coul. et 128 fig. (Prix : 25 fr.). — Tome III : *La Face de la Terre*; 1re partie : in-8° de XII-350 p. avec 2 cartes en coul. et 94 fig. (Prix : 15 fr.); 2e partie : in-8° de XII-426 p. avec 2 cartes en coul. et 124 fig. (Prix : 12 fr.); 3e partie : in-8° de XII-404 p. avec 1 carte en coul., 2 pl. et 92 fig. (Prix : 12 fr.) [Majoration temporaire de 20 °/o sur les prix marqués.]

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Avril 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Guldberg** : *Sur la loi des erreurs de Bravais.* L'auteur montre que la méthode des probabilités continues introduite par M. Bachelier conduit immédiatement à la loi de Bravais pour l'espace à p dimensions.

2° Sciences physiques. — M. **Picon** : *De l'action de l'acétylène monosodé sur quelques éthers halogénés des alcools secondaires.* Contrairement à ce que l'on observe dans l'action de l'acétylène monosodé sur les éthers halogénés des alcools primaires normaux, il ne se forme pas, avec les iodures des alcools secondaires et tertiaires, de carbures acétyléniques vrais par fixation du radical — C≡CH. Ces dérivés halogénés donnent naissance à des carbures éthyléniques par élimination d'une molécule d'hydracide, fait vérifié pour les iodures d'isopropyle, de butyle, d'hexyle et d'octyle secondaires et aussi pour les iodures de butyle et d'amyle tertiaires.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Amar** : *La courbe de ventilation pulmonaire.* L'auteur a reconnu que la respiration a un débit croissant avec le degré de fatigue, lequel atteint, dès la 3e minute, mais sans la dépasser, 21 litres par minutes et revient à la valeur du repos (7 litres environ) 4 minutes après la cessation de tout exercice. Le débit est constant durant la période de régime et révèle une activité normale. Celle-ci exige des repos de 4 minutes. après 30 minutes au moins.

Séance du 28 Avril 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Parenty** : *Présentation d'un modèle réduit du compteur de vapeur.* Cet appareil utilise une perte de charge imposée à l'affluent de vapeur par un rétrécissement de la conduite. Deux manomètres donnent la pression initiale et la dépression. Le piston du premier, la cuvette mercurielle du second, sont suspendus à deux leviers coudés munis de contrepoids, dont les bras s'entre-croisent et supportent en leur point de rencontre un troisième levier. Ces trois leviers concourants tracent sur un tambour les diagrammes de la pression, de la vitesse en eau et enfin du débit en poids, débit totalisé par la roulette d'un intégrateur.

2° Sciences physiques. — M. **Aug. Righi** : *L'expérience de Michelson et son interprétation.* Ayant refait, par l'emploi du principe de Huyghens, la théorie de l'expérience de Michelson, l'auteur a reconnu que, contrairement à la prévision généralement encore admise, rien ne doit changer dans le phénomène optique lorsqu'on fait tourner de 90° l'appareil. La prévision de Michelson reste valable si l'angle des miroirs n'est pas de 90°, et de 45° ceux des miroirs avec la lame demi-argentée. — M. **R. Biquart** : *Sur une modification à la méthode fluorométrique de mesure des rayons X, et son application à la mesure du rayonnement des ampoules Coolidge.* L'auteur substitue à l'écran épais au platinocyanure de baryum généralement employé un nombre suffisant d'écrans minces (0,2 mm.). L'énergie du rayonnement incident est alors évaluée en fonction de la somme des éclats des écrans successifs. Le nombre de ces écrans doit atteindre 40 pour absorber les rayons très durs d'une manière pratiquement complète. Par cette méthode, l'auteur a reconnu que la somme des éclats des écrans successifs superposés en nombre suffisant pour absorber tout le rayonnement d'une ampoule Coolidge varie comme le cube du voltage moyen des ondes. — M. **M. de Broglie** : *Spectroscopie des rayons X. Sur le spectre d'absorption L du radium.* En déterminant le spectre d'absorption pour les rayons X du sulfate de radium solide contenu dans un tube de verre capillaire placé devant la fente du spectrographe, l'auteur a obtenu très nettement la bande d'absorption L_2 du radium, dont la discontinuité se place à la longueur d'onde $\lambda = 0{,}659.10^{-8}$ cm., assignant au radium le nombre atomique N = 88, en bon accord avec les prévisions.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Bourcart** : *Sur la présence du Priabonien dans la région de Salonique.* L'auteur a observé au sud du lac de Doiran un niveau de roches calcaires horizontales, en discordance sur le Crétacé à Rudistes, dont la faune, déterminée par M. Douvillé, appartient au Priabonien. C'est la première fois que l'Eocène supérieur marin est signalé aussi au sud dans l'est de la Péninsule des Balkans.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Avril 1919

Suite de la discussion sur *la déclaration obligatoire de la tuberculose.* M. **Cadiot** estime que, dans la lutte contre la tuberculose, on a jusqu'à présent trop insisté sur le danger de la contamination de l'homme par les animaux, et pas assez sur celui de la contagion interhumaine. M. **A. Pinard** est partisan de la déclaration obligatoire, qui aura pour conséquence d'assurer à tous les malades atteints de tuberculose ouverte non seulement les soins dont ils auront besoin, mais encore et surtout d'assurer le nécessaire à leur famille ou à tous ceux dont ils sont le soutien. M. **Vaillard** rappelle le vote de l'Académie de 1913 pour la déclaration obligatoire et demande à celle-ci de ne pas se déjuger aujourd'hui. M. **G. Hayem** ne pense pas qu'il soit nécessaire d'imposer aux médecins l'obligation de déclarer les cas de tuberculose ouverte constatés dans leur clientèle. Il suffirait : 1° d'engager les tuberculeux semi-valides et simples tousseurs habituels à s'adresser aux dispensaires, dont les médecins, après diagnostic précis, détermineront le mode de traitement applicable à chaque cas particulier; 2° de laisser aux médecins des malades le soin de faire la déclaration quand ils la jugeront opportune; 3° de prescrire la déclaration immédiate aux dispensaires des cas aigus nécessitant d'urgence l'hospitalisation. Il faudrait d'autre part augmenter les lois ayant pour but de prévenir l'éclosion de la maladie et en assurer l'application stricte (lois contre les logements insalubres et contre l'alcoolisme). — M. **Capitan** : *La méningite de la grippe.* Dans tous les cas de grippes extrêmement graves, sauf rares exceptions, l'auteur a observé des symptômes très marqués de méningite, en rapport avec des lésions typiques à localisation basale. Malgré cette extrême gravité, la médication colloïdale arsénio-argentique lui a permis d'obtenir la guérison dans près des deux tiers des cas. — M. **E. Léger** : *Sur la solution injectable de benzoate de mercure.* On a constaté que les solutions dans lesquelles le benzoate de mercure est dissous à l'aide de NaCl (pour faciliter son injection) ne renferment pas trace de mercure à l'état de benzoate, mais sont constituées par un mélange de bichlorure de mercure et de benzoate de sodium. Il semble donc inutile de se donner la peine de préparer du benzoate de mercure, et l'auteur propose de remplacer la solution habituelle par la suivante : $HgCl^2$, 60 cgr.; NaCl pur, 2,25 gr.; benzoate de sodium, 70 cgr.; eau distillée, q.s. pour 100 cm³. Les expériences comparatives ont montré que la nouvelle solution injectable a le même pouvoir thérapeutique que l'ancienne. — MM. **Ch. Richet fils** et **M. Mignard** : *Le syndrome d'hypotrepsie chez les prisonniers français rapatriés d'Allemagne.* L'étude de nombreux rapatriés civils et militaires, évacués ou évadés d'Allemagne et rentrés à pied en France par le secteur sud de la frontière belge,

a permis aux auteurs d'observer un certain nombre de symptômes rares ou inconnus en temps normal chez l'adulte. Ces symptômes semblent liés à une alimentation physiologiquement mauvaise et réalisent un véritable syndrome d'hyponutrition ou mieux d'hypotrepsie. Trois signes dominent le tableau clinique : amaigrissement, anémie et diarrhée; secondairement, on note des lésions infectieuses de la peau, de la mélanodermie, des déformations osseuses des doigts, de la bradycardie, de la pollakiurie, de la faiblesse irritable. Chez les prisonniers les mieux nourris, la ration ne dépassait pas 2,050 calories par jour, avec 65 gr. d'albumine, 350 gr. d'hydrates de carbone et 30 gr. de graisse, quantités manifestement insuffisantes.

Séance du 22 Avril 1919

M. le Président annonce le décès de M. **Fernet**, membre de l'Académie.

MM. **Sacquépée** et **V. de la Vergne** : *Diagnostic pathogénique précoce de la gangrène gazeuse.* Les auteurs recommandent, lorsque l'examen clinique ne suffit pas pour reconnaître lequel des agents pathogènes est en cause, l'épreuve biologique des cobayes protégés, basée sur les principes suivants : On sait que tout tissu gangreneux en évolution est pathogène pour le cobaye; d'autre part, le cobaye peut être protégé contre l'action pathogène des trois germes essentiels : *Bac. bellonensis*, *Bac. perfringens*, vibrion septique. Dès lors, si à trois animaux traités chacun par un sérum spécifique respectivement contre chacun des germes précédents on inocule un produit gangreneux, seuls devront réagir les animaux non immunisés. Au contraire, l'animal immunisé ne réagit pas; en même temps il indique à la fois l'agent pathogène présent et le sérum à utiliser. — MM. **E. Marchoux** et **Klotz** : *Vaccination jennérienne dans les usines de guerre de la région parisienne.* Sur les prescriptions du Service de Santé, les auteurs ont procédé en 1917 et 1918 à la revaccination de tout le personnel militaire et en partie civil employé dans les usines appartenant à l'État ou travaillant pour la Défense nationale. Il a été pratiqué, dans le territoire du Gouvernement militaire de Paris, 306.587 vaccinations, qui ont donné lieu à 224.168 vérifications; celles-ci ont permis de constater 52 % de succès. Les ouvriers civils vaccinés depuis plus longtemps que les militaires ont manifesté une sensibilité plus grande et qui croissait avec leur âge. Les femmes, qui moins souvent que les hommes subissent la revaccination, ont fourni un pourcentage remarquable de succès.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 12 Avril 1919

MM. **Ameuille** et **M. Sourdel** : *Elimination parallèle de l'iodure de potassium par l'urine et par la salive.* L'iodure de potassium injecté dans les veines s'élimine parallèlement par l'urine et par la salive chez le sujet sain. Dans le cas d'insuffisance rénale, il n'y a pas plus d'élimination salivaire qu'urinaire. Il semble que l'iodure soit fixé et retenu par les tissus. — M. **G. Linossier** : *Vitamines et champignons.* L'*Oïdium lactis*, bien que capable de se développer sur des milieux exclusivement constitués par des substances minérales additionnées d'un aliment hydrocarboné simple, est sensible à l'action des vitamines. Si la semence est suffisamment affaiblie, l'organisme est devenu incapable de se développer dans un milieu *avitaminé*. A un degré moindre d'affaiblissement, la croissance est plus ou moins ralentie par l'absence de vitamines. Dès que, après un début difficile, la végétation est mise en train, elle se poursuit aussi facilement que dans un liquide *vitaminé*. — MM. **G. Labbé** et **M. Vitry** : *Action du corps thyroïde sur le métabolisme du glucose.* Des injections intraveineuses d'une solution de glucose furent faites à des lapins, puis le glucose dosé dans l'urine. Les expériences ont porté sur des lapins normaux, des lapins éthyroïdés, et des lapins auxquels on faisait ingérer du corps thyroïde. L'ingestion du corps thyroïde ne modifie pas sensiblement la quantité de glucose que peut fixer le lapin. L'ablation du corps thyroïde, au contraire, a augmenté légèrement la glycosurie. — MM. **P. Carnot** et **L. Gérard** : *Action de l'uréase en injections intraveineuses chez le chien.* Il se produit après quelques minutes une agitation extrême, des convulsions cloniques et toniques, puis le coma et la mort. L'uréase est retrouvée active dans le sang et le foie. L'urée diminue rapidement du sang, du foie et de l'urine; il se produit une certaine quantité d'ammoniaque. — M. **F. Maignon** : *Influence de la carence sur les expériences d'alimentation à l'aide de produits purs.* Il résulte d'expériences d'alimentation à l'aide de produits purs effectuées sur le rat blanc, que les graisses interviennent dans l'utilisation des albuminoïdes en atténuant leur toxicité et en augmentant leur rendement nutritif, ce que les hydrates de carbone sont impuissants à réaliser. Ces recherches n'ont pu être faussées par la carence, car les résultats ont été recueillis au cours de la période latente pendant laquelle l'utilisation des principes alimentaires n'est pas encore troublée par l'avitaminose. — M. **F. Maignon** : *Bases physiologiques du rationnement.* Toute ration doit posséder le minimum de graisse nécessaire pour l'utilisation économique et non toxique de l'albumine qu'elle contient. Le rapport adipoprotéique devient un des facteurs essentiels du rationnement. Pour l'ovalbumine et le saindoux chez le rat blanc, il doit être au moins égal à l'unité. Or dans l'alimentation naturelle des jeunes animaux, mammifères à la mamelle, et oiseaux pendant la période fœtale, ainsi que dans l'alimentation carnée chez l'adulte, ce rapport est très voisin de l'unité. — M. **F. Vlès** : *Sur la signification des dosages bactériens.* L'auteur montre que, lorsqu'on emploie, suivant la coutume courante, des émulsions bactériennes dosées en nombre de bactéries par cm^3, on peut s'exposer à des variations fortuites du simple au double ou même au triple dans le poids sec total correspondant des bactéries utilisées, et à plus forte raison dans les quantités réelles de substance en jeu. — M. **F. Ladreyt** : *Le chondriome des cellules adipeuses.* Le chondriome des adipocytes est constitué par des mitochondries et des chondriocontes bacilliformes dont le développement est fonction de l'activité sécrétoire des cellules connectives. Par dissociation probable de leur complexe albuminoïde-lipoïdes, les mitochondries et les bâtonnets se transforment en vacuoles à lipoïdes qui, à leur tour, évoluent en vésicules. Les adipocytes migrateurs présentent des mitochondries « neuves » destinées, vraisemblablement, à réapprovisionner les cellules carencées, en particulier les éléments reproducteurs, en organites de synthèse.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Avril 1919

M. M. **de Broglie** : *Remarques sur les droites représentant la loi de Moseley.* La loi de Moseley, relative aux spectres de haute fréquence des éléments, s'exprime par la relation : (1) $\sqrt{\nu} = aN + b$, ν étant la fréquence correspondant à une ligne spectrale déterminée, dont on suit les homologues à travers les spectres des différents éléments, et N le rang de l'élément dans la série périodique. Jusqu'ici toutes les raies et tous les repères spectraux, bandes critiques d'absorption, etc., paraissent suivre cette loi, au moins en première approximation; les points obtenus en portant en ordonnées $\sqrt{\nu}$ et en abscisses N se rangent sensiblement sur une ligne droite. D'autre part, l'expérience a montré (et les théories de Bohr et de Sommerfeld rendent compte de ce fait) que, dans un même spectre, les fréquences présentes ont entre elles certaines relations, notamment des relations linéaires telles que : (2) $\nu = \nu' + \nu''$. On peut alors se demander à quelles conditions doivent satisfaire les coefficients de la relation (1) pour que les relations (1) et (2) soient vérifiées à travers tous les

spectres, c'est-à-dire quel que soit N (on pourrait aussi envisager des relations quelconques telles que :

$$\frac{\nu}{\nu'} = K, \quad \nu - \nu' = K, \quad \frac{\nu}{\nu'} = \nu'', \quad \nu\nu' = \nu''^2, \quad \ldots).$$

Il suffit de remplacer dans les équations telles que (2) ν par $aN + b$, ν' par $a'N + b'$, ν'' par $a''N + b''$ et d'écrire que tous les coefficients des puissances de N, ainsi que le terme constant, sont séparément nuls; on trouve ainsi que $\frac{\nu}{\nu'} = K$ exige que les droites correspondantes se coupent sur l'axe des N, $\nu - \nu' = K$ est impossible, $\nu = \nu' + \nu''$ donne encore comme condition l'intersection des droites sur ON, etc. La simple inspection d'un graphique met donc en évidence les relations (2) qui peuvent exister. — M. **M. de Broglie** : *Sensibilité de l'analyse spectrale par photographie de la bande d'absorption des éléments.* On sait que, pour tous les éléments jusqu'à présent soumis à l'expérience, il existe une discontinuité brusque dans le coefficient d'absorption des rayons X pour une longueur d'onde très voisine de celle des raies du groupe K qui a la plus haute fréquence; cette particularité spectrale est aisément mise en évidence par la photographie au cristal tournant, et se traduit par un changement très brusque d'intensité à l'endroit correspondant à la longueur d'onde critique. Le phénomène est surtout facile à observer pour les éléments dont le poids atomique est supérieur à celui du brome, parce qu'alors l'absorption se manifeste sur un point de la plaque où le fond continu est intense. On peut se demander quelle est la sensibilité de cette réaction d'absorption pour des solutions étendues ou pour de très petites quantités de substance à l'état solide. Les mesures, déjà assez nombreuses, effectuées sur les coefficients d'absorption permettent de prévoir quelle concentration correspondra à un contraste donné entre les intensités de part et d'autre de la bande d'absorption; mais il faut de plus tenir compte de l'eau servant de solvant, dont l'absorption non sélective n'est pas négligeable. En général, le contraste est encore bien visible sur les clichés, quand le rapport des intensités de chaque côté de la bande est de l'ordre de 1 à 2, sans tenir compte du voile. Une solution de chlorure de baryum, contenant 5 gr. de sel par litre, a donné une opposition bien tranchée sur 3 cm. d'épaisseur. On peut encore, pour des épaisseurs de solution un peu plus grandes, reconnaître la présence du baryum dans une solution contenant 1 gr. par litre; en employant la méthode d'ionisation au lieu de la méthode photographique, on pourrait arriver à une sensibilité dix fois plus grande, mais la mesure est plus délicate. L'effet d'absorption dépend seulement de la quantité de matière absorbante placée sur le trajet des rayons; c'est-à-dire que, dans le cas d'une colonne de 10 cm. de longueur, ayant pour base la surface de la fente (2 ou 3 mm²) et formée d'une solution à 1 gr. de chlorure de baryum par litre, l'absorption est due à une quantité de baryum à peine de l'ordre du milligramme. Si l'on dispose à l'état solide de la substance à essayer, c'est donc seulement une quantité de cet ordre qui sera nécessaire; on n'aura qu'à la disposer en couche très mince sur la fente et on ne la perdra pas, ainsi qu'il arrive dans les réactions spectroscopiques lumineuses utilisant la flamme ou l'étincelle. Les résultats expérimentaux précédents sont relatifs à l'atome de baryum; dans cette région de la série des éléments, le coefficient d'absorption passe environ de 1 à 8 en traversant la fréquence critique; en tenant compte de la loi de Moseley pour la bande d'absorption et de la loi qui relie l'absorption à la longueur d'onde, on peut voir que, pour un contraste donné de part et d'autre de la discontinuité, le poids par centimètre carré de la substance absorbante varie approximativement en raison du cube du nombre atomique N. Pour les substances employées à l'état non dissous, la sensibilité diminue donc quand N augmente; mais, si la substance est employée à l'état de solution, l'absorption par le solvant devient gênante quand N diminue trop. — Pour résoudre divers problèmes qui lui ont été posés au cours de la guerre, M. **C. de Watteville** a dû effectuer, à l'aide du diapason, la *mesure de temps très courts.* En ne traitant que ce point particulier, l'auteur fait l'exposé de celles des méthodes employées par lui qui sont susceptibles de recevoir des applications générales, notamment pour la détermination des caractéristiques d'un mouvement de translation ou de rotation d'un axe. — M. **H. Buisson** : *Méthode pour l'examen de la pureté optique des cristaux de quartz.* On n'examine habituellement les cristaux de quartz que dans la direction de l'axe optique. On utilise pour cet examen soit l'appareil de Norremberg, soit un compensateur, et l'on opère en lumière blanche ou avec celle du sodium. Dans la méthode de M. Buisson, on prend comme source l'arc au mercure, qui donne plusieurs radiations simples bien distinctes et faciles à séparer. Le faisceau de lumière, issu de la source convenablement diaphragmée, traverse un nicol polariseur, une lentille qui le rend cylindrique, et va se concentrer au foyer d'une seconde lentille, près duquel se trouve le nicol analyseur. Si l'on place l'œil au foyer de la seconde lentille, on voit, en l'absence de lame cristalline, une plage uniformément éclairée, qui s'éteint si les nicols sont croisés. La lumière reparaît quand on introduit la lame entre les lentilles, mais l'éclairement n'est pas uniforme, et les irrégularités du cristal deviennent visibles. Si l'on n'emploie qu'une seule des radiations émises par la source, le champ lumineux, d'une seule couleur, montre des plages brillantes et sombres qui renseignent sur la place et la forme des irrégularités. Au contraire, en conservant toutes les radiations, on obtient des plages de coloration différente; l'aspect est des plus frappants, les plus légères différences se traduisant par des colorations distinctes. L'efficacité de ce procédé tient d'abord à la simplicité des radiations employées, qui permettent d'obtenir des interférences avec d'assez grandes épaisseurs de cristal, de sorte qu'on pourra examiner un échantillon dans toutes les directions, aussi bien normalement à l'axe que parallèlement. La variété des radiations de l'arc au mercure fait qu'un détail qui resterait invisible avec l'une d'elles, si les différences de phase ne sont pas favorables, apparaîtra avec une autre, les conditions d'interférences étant différentes. D'autre part, l'emploi de lumière parallèle permet d'examiner des épaisseurs considérables, sans que les aspects d'interférence, qui sont fonction de l'inclinaison des rayons, soient confondus; c'est le grand éclat intrinsèque de la source qui fait qu'on peut réduire l'étendue angulaire du faisceau, en conservant une quantité de lumière suffisante. Enfin, il n'est pas nécessaire que la lame soit taillée même d'une façon sommaire, ni que ses faces soient polies. Un dépoli grossier n'est pas gênant. Il suffit de plonger l'échantillon dans une cuve contenant un liquide de même indice, pour que le grain de la surface disparaisse. On examinera ainsi en tous sens un bloc après l'avoir détaché du bloc primitif. Un prisme, une lentille n'offrent pas plus de difficultés qu'une lame à faces parallèles.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 28 Mars 1919

MM. P. Nicolardot et Gourmain : *Dosage du nickel dans les ferro-nickels et dans les aciers au nickel.* L'analyse de ces alliages a conduit les auteurs à faire une comparaison des trois méthodes qui sont le plus employées pour le dosage du nickel : l'électrolyse en milieu ammoniacal, et la précipitation par la diméthylglyoxime ou par le sulfate de dicyanodiamidine. De leurs essais, il résulte que l'emploi de ce dernier réactif, proposé par M. Grossmann, n'est pas à recommander. La diméthylglyoxime, qui ne précipite que le nickel, fournit des résultats trop faibles, que sont en droit de contester les industriels. Ceux-ci livrent en

effet du nickel commercial renfermant du cobalt et non du nickel pur. Après avoir examiné les avantages et les inconvénients des deux premières méthodes, qui sont les meilleures à leur avis, et indiqué les modifications à y apporter, MM. Nicolardot et Gourmain estiment que l'on aurait avantage, au point de vue de la rapidité et de l'exactitude, à combiner la méthode électrolytique, qui permet d'avoir nickel et cobalt, avec la méthode à la diméthylglyoxime. Cette dernière servirait à contrôler les résultats de la première méthode.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 6 Février 1919

Sciences mathématiques. — **M. A. Mallock** : *Influence de la température sur l'élasticité des métaux.* L'auteur a suivi les variations avec la température du module d'Young pour 15 métaux : Rh, Pt, Fe, Pd, Ni, Cu, Au, Ag, Mg, Al, Zn, Pb, Cd, Bi et Sn. Il déterminait la fréquence des vibrations d'un barreau rigide porté à son extrémité inférieure par une petite plaque mince du métal à essayer, l'autre extrémité de la plaque étant serrée dans un support fixé. La plaque et son support pouvaient être immergés dans un fluide à une température quelconque sans mouiller le barreau et interférer avec le montage. Les températures employées ont été : celle de l'air liquide, 0° C., la température ordinaire (10°-15°) et le voisinage de 100° C. La mesure des fréquences de vibration à ces températures fournissait les données nécessaires pour déterminer les variations du module d'Young. Les résultats obtenus montrent que, plus le métal est infusible, moins le module est affecté par une variation de température donnée, ce qui suggère l'existence d'une relation entre la variation du module M et le point de fusion Θ_M en degrés absolus. L'auteur donne un diagramme comparant les résultats expérimentaux avec ceux qu'on obtiendrait si la relation $dM/d\Theta = \Theta_M$ était exacte. Dans ce cas, si Θ_1 et Θ_2 sont deux températures pour lesquelles les modules sont M_1 et M_2, on a : $M_1/M_2 = (\Theta_M - \Theta_1)/(\Theta_M - \Theta_2)$ et si Θ_1 est le zéro absolu et Θ_2 le zéro centigrade, il en résulte que $M_1/M_2 =$ point de fusion absolu / point de fusion centigrade pour chaque couple de températures différant de 270° C. Les résultats expérimentaux se rapprochent assez bien de ceux qu'on obtient dans cette hypothèse.

Séance du 13 Février 1919

Sciences physiques. — **M. G. N. Watson** : *La transmission des ondes électriques autour de la Terre.* D'après les résultats expérimentaux d'Austin, il semble que la force magnétique due à un oscillateur hertzien varie comme

$$\operatorname{cosec} \frac{1}{2}\Theta \; e^{-A\lambda^{-\frac{1}{2}}\Theta}$$

à une distance angulaire Θ de l'oscillateur, où λ est la longueur d'onde et A une constante égale à 9,6 dans le cas des signaux transmis sur mer. Il semble impossible d'obtenir aucune formule de ce genre par une théorie ne faisant intervenir que la diffraction ; il est donc nécessaire d'examiner l'hypothèse (lancée par Heaviside et d'autres, et déjà traitée analytiquement par Eccles) que les régions supérieures de l'atmosphère agissent comme réflecteurs d'ondes. L'auteur montre qu'on peut déduire une formule du type d'Austin comme conséquence de cette hypothèse, et que la valeur numérique de A donnée par Austin s'obtient en assignant des valeurs convenables à la conductivité de la couche réfléchissante et à sa hauteur au-dessus de la surface terrestre. L'auteur considère également le problème des ondes sur la terre ferme et calcule la valeur correspondante de A.

Séance du 20 Février 1919

Sciences naturelles. — MM. **S. S. Zilva** et **E. M. Wells** : *Modifications des dents du cobaye produites par un régime scorbutique.* La structure des dents du cobaye vivant sur un régime scorbutique subit des changements radicaux. Le dernier est caractérisé par la désorganisation totale de la pulpe, y compris les cellules odontoblastiques. La première modification s'observe à une période où l'on ne peut noter avec certitude aucune autre anomalie systématique ; elle est caractérisée par des altérations des cellules odontoblastiques et la dilatation des vaisseaux sanguins de la pulpe. Les dents du singe sont également affectées quand cet animal est soumis à un régime scorbutique. — MM. **W. E. Bullock** et **W. Cramer** : *Un nouveau facteur du mécanisme de l'infection bactérienne.* Les bactéries de la gangrène gazeuse (*B. Welchii*, vibrion septique et *B. oedematiens*) et du tétanos, complètement débarrassées de leurs toxines soit par lavage soit par chauffage à 80° pendant une demi-heure de façon à ce qu'il se forme des spores, ne produisent pas la maladie spécifique quand on les injecte à la souris ou au cobaye. L'animal normal se débarrasse des bactéries principalement par lyse et aussi par phagocytose, et ce mécanisme défensif est si efficace que ces bactéries deviennent non pathogènes quand on les injecte elles-mêmes. Mais si l'on injecte une faible dose de sel de calcium ionisable en même temps que les bactéries ou leurs spores, la maladie spécifique se déclare sous une forme très virulente. Les chlorures de Na, K, Am, Sr et Mg, injectés avec le *B. Welchii*, ne sont pas capables de produire la gangrène gazeuse. Le contact direct entre les bactéries et le sel de calcium n'est pas essentiel. Le phénomène se produit aussi bien quand l'émulsion bactérienne et le sel de calcium sont injectés à des temps différents au même endroit, ou en même temps à des endroits différents, ou à des temps et des endroits différents. Les auteurs tirent de leurs expériences et d'autres la conclusion que les sels de calcium en injection sous-cutanée produisent un changement local des tissus au point d'injection ; il en résulte une rupture du mécanisme défensif contre les bactéries de la gangrène gazeuse et du tétanos, phénomène qu'ils désignent sous le nom de *cataphylaxie*. Des extraits aqueux stériles du sol peuvent produire le même phénomène. Ils doivent cette propriété dans beaucoup de cas à la seule présence de sels de calcium, mais dans certains cas à la présence d'une autre substance chimique qui n'a pas encore été identifiée.

Séance du 27 Février 1919

Sciences physiques. — MM. **W. G. Duffield**, **T. H. Burnham** et **A. H. Davies** : *La pression sur les pôles de l'arc électrique.* Pour plusieurs raisons, on peut s'attendre à la projection d'électrons par la cathode d'un arc électrique ; le mécanisme de l'arc semble d'ailleurs la nécessiter. Si une telle projection existe, elle doit occasionner un recul mécanique de la cathode. Déjà en 1912, les auteurs ont recherché et constaté l'existence d'une pression de ce genre ; il restait à vérifier si son ordre de grandeur est tel qu'elle puisse être attribuée à la projection électronique. De nombreuses observations ont été faites, au moyen d'un appareil spécial, sur l'anode et la cathode, pour divers courants et longueurs de l'arc. La pression trouvée est d'environ 0,17 dyne par ampère ou, en éliminant autant que possible les effets des courants de convection, 0,22 dyne par ampère. Cet effet ne paraît pas attribuable à l'action radiométrique, et il est environ 200 fois trop faible pour être rapporté à l'expulsion d'atomes de carbone au point d'ébullition de cet élément. Ces observations sont donc en faveur de l'hypothèse que le recul est dû à la projection d'électrons. — **M. R. J. Strutt** : *La diffusion de la lumière par les substances solides.* Les verres de toute nature offrent une forte diffusion interne de la lumière ; le faisceau lumineux observé latéralement est fortement, mais non complètement polarisé. Le quartz jaune et le quartz fumeux présentent aussi une forte diffusion. Si l'on fait passer un faisceau polarisé suivant l'axe d'un cristal de quartz de ce genre, on observe, pour une longueur

d'onde donnée, des maxima et des minima de lumière diffusée le long du faisceau. Ce phénomène est dû au pouvoir rotatoire. Par suite de la dispersion rotatoire, la période varie avec la longueur d'onde et il se produit des bandes colorées. Le quartz blanc et clair est beaucoup moins diffusant; dans un cas, l'intensité de la diffusion était égale à 8 fois celle de l'air exempt de poussières à la température ordinaire. L'auteur attribue cette faible diffusion à des inclusions, comme pour le quartz jaune ou fumeux. La structure atomique régulière, dont la période est faible en comparaison de la longueur d'onde de la lumière ordinaire, ne doit donner aucune diffusion. Pour les très courtes longueurs d'onde (rayons X), les effets de diffraction bien connus des cristaux entrent en jeu. — Sir **J. Dobbie** : *Constitution de la vapeur de soufre.* On sait que les recherches basées sur la détermination de la densité de vapeur n'ont pas élucidé la question de l'existence de molécules de soufre intermédiaires entre S^8 et S^2. L'auteur a essayé de résoudre le problème par l'étude du pouvoir absorbant de la vapeur de soufre pour la lumière à diverses températures. Celui-ci augmente régulièrement jusque vers 650° C., puis diminue jusqu'à 900° C., après quoi il demeure constant. Cette allure du phénomène indique l'existence à 650° de molécules plus fortement absorbantes que les molécules octoatomiques ou diatomiques. La densité de la vapeur de soufre vers 650° correspond à la formule moléculaire S^3. Il semble donc probable que les molécules fortement absorbantes existant à cette température ont une constitution analogue à celle de l'ozone, fait d'autant plus vraisemblable que le pouvoir absorbant de l'ozone est beaucoup plus grand que celui de l'oxygène ordinaire.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 14 *Février* 1919

MM. **S. Skinner** et **R. W. Burfitt** : *Le coefficient de température de la résistance de l'eau à la tension.* Le liquide est forcé sous pression à travers un rétrécissement capillaire entre les deux branches d'un tube en U. Par tâtonnements, on règle la pression jusqu'à ce que la vitesse dans le capillaire soit suffisante pour produire la rupture, qu'on estime au son et à l'apparence. L'ensemble du tube en U est immergé dans un bain, dont on peut faire varier la température. Les auteurs ont noté les observations de rupture, de vitesse et de température jusqu'à 100° C., d'où ils déduisent que la résistance à la tension devient nulle aux environs de 245° C., ce qui concorde avec la théorie. — M. **W. H. Eccles** : *Les diagrammes vectoriels de quelques circuits oscillants employés avec les tubes thermo-ioniques.* La méthode des diagrammes vectoriels, communément employée dans l'étude des circuits à courant alternatif, a été appliquée par l'auteur à l'ensemble formé par un oscillateur, le relai thermo-ionique qui le maintient en oscillation, et les dispositifs qui les relient. Ces diagrammes peuvent servir comme succédanés pour le traitement habituel du problème par les équations différentielles, et l'on en peut déduire toutes les formules. Ils ont, en outre, l'avantage de montrer aux yeux les phases des courants et des voltages dans chaque partie des circuits. Pour former les diagrammes, on calcule la chute de potentiel à travers l'oscillateur par les règles habituelles du diagramme de courant alternatif, et on l'ajoute géométriquement à la chute de potentiel à travers le tube. On rend le total égal, en grandeur et en phase, au voltage appliqué à l'instant à la grille, multiplié par le facteur du voltage du relai. A son tour, le voltage appliqué au relai dépend du courant qui traverse une portion de l'oscillateur, dont il se déduit. — MM. **W. H. Eccles** et **F. W. Jordan** : *Petit moteur à courant direct utilisant des tubes thermo-ioniques au lieu de contacts glissants.* Dans ce moteur, la partie tournante est un disque d'ébonite à dents de fer fixées à sa périphérie, et la partie stationnaire comprend deux électro-aimants dont les pôles sont voisins de deux dents. Un électro-aimant est relié à la grille d'un relai thermo-ionique; l'autre est inséré dans le circuit de la plaque. Quand, durant la rotation, une dent passant devant l'aimant de la grille induit un voltage dans son enroulement, l'augmentation transitoire de courant qui en résulte à travers l'autre aimant conduit cet aimant à exercer une attraction sur la dent qui l'approche. On a ainsi un petit moteur sans commutateur, ni étincelle, qui peut, branché sur le circuit d'éclairage, tourner sans charge à une vitesse de 4.000 à 6.000 tours à la minute.

Séance du 28 *Février* 1919

M. **R. Dunstan** : *Quelques expériences d'acoustique sur des sifflets et des flûtes.* L'auteur a fait des expériences sur des sphères, des cylindres et des cônes creux pourvus de trous de diverses dimensions et dans diverses positions. Il montre que le théorème de Bernoulli, qui donne la longueur d'onde du son produit par un tube cylindrique en fonction de la longueur du tube, avec une correction dépendant du diamètre seul, est tout à fait inapproprié pour des buts pratiques, le ton dépendant de plusieurs autres facteurs, comme la pression du vent, la dimension et la forme de l'embouchure, etc. Les flûtes cylindriques paraissent nécessiter une correction qui, dans certaines limites, est égale à D^2/d, où D est le diamètre du tube et d le diamètre moyen de l'embouchure (qui est souvent ovale). Dans la plus courte flûte essayée, de 1,25 cm. de longueur, le théorème de Bernoulli aurait donné une longueur d'onde de 5 cm., tandis qu'elle était en réalité de 35 cm. L'auteur conclut de ses expériences que, quand on souffle à travers un trou dans un corps creux, on exerce un force sur une substance élastique; il en résulte un « recul », qui produit une pulsation aérienne. La fréquence de la pulsation est déterminée par des relations entre les dimensions de l'instrument, le diamètre du trou, la pression du vent, etc. Tout son résultant a une longueur d'onde déterminée par sa fréquence, et non d'abord par les dimensions de l'instrument, comme on l'indique dans les traités. — M. **G. Brodsky** : *Sur un nouveau polariseur.* L'auteur a cherché à obvier aux désavantages des polariseurs formés de piles de lames de verre, désavantages dus au volume de l'appareil et à la perte de lumière. Dans ce but il a eu l'idée de placer la pile de lames entre deux prismes du même verre, de façon à : 1° réduire de moitié la longueur du polariseur, 2° utiliser l'ouverture complète de la pile, 3° se débarrasser de *toute* lumière réfléchie. Les résultats obtenus sont si bons que ce dispositif peut être considéré comme un excellent substitut des prismes de Nicol de dimension correspondante; la très faible quantité de lumière qui s'échappe à travers les prismes croisés est négligeable pour la plupart des usages. Il n'y a aucune difficulté à construire de tels polariseurs d'une dimension quelconque, et comme tous les matériaux sont en verre il n'est pas douteux que cette invention trouvera de larges applications.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 11 15 JUIN 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 12 mai, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans la Division des Applications de la Science à l'Industrie. La Commission chargée de présenter la liste des candidats avait désigné : en première ligne, M. Hilaire de Chardonnet; en seconde ligne, MM. G. Claude, M. Laubeuf, L. Lumière, M. Prudhomme et Ch. Rabut. Au premier tour de scrutin, M. de Chardonnet a été élu par 31 suffrages sur 53 votants, contre 6 à M. G. Claude, 6 à M. Lumière, 5 à M. Laubeuf, 3 à M. Ch. Rabut, 1 à M. Em. Belot et 1 à M. L. Weiller. Le nouvel académicien est l'inventeur bien connu de l'industrie de la soie artificielle.

Dans sa séance du 19 mai, c'est un membre dans sa Section de Géométrie que l'Académie avait à choisir en remplacement de M. Emile Picard, élu Secrétaire perpétuel. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. Emile Borel; 2° M. Ed. Goursat; 3° MM. E. Cartan, J. Drach, H. Lebesgue et E. Vessiot; en outre, l'Académie avait à l'unanimité adjoint M. C. Guichard à la liste de présentation. Au premier tour de scrutin, M. Ed. Goursat a été élu par 29 suffrages contre 23 à M. Em. Borel.

Le nouvel académicien, qui est professeur de Calcul différentiel et intégral à la Faculté des Sciences de Paris, a enrichi la science mathématique de nombreuses contributions, en particulier dans la théorie des fonctions analytiques et la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre. Il est l'auteur d'un Cours d'Analyse mathématique qui est classique.

§ 2. — Nécrologie

Sir William Crookes. — Le 4 avril dernier s'éteignait à Londres, plein d'années et d'honneurs, et malgré cela actif jusqu'à la fin dans son laboratoire, Sir William Crookes, l'un des plus illustres représentants de la science anglaise.

Né le 17 juin 1832, il avait étudié au Collège Royal de Chimie d'Oxford Street sous la direction d'A. W. Hofmann, dont il fut pendant quelque temps le préparateur, puis l'assistant. En vue de recherches qu'il se proposait de faire sur la préparation et la constitution des sélénocyanures, Hofmann avait mis à sa disposition environ 5 kilogs de dépôts sélénifères provenant de la fabrique d'acide sulfurique de Tilkerode, dans le Hartz. Crookes eut l'idée d'examiner au spectroscope les résidus laissés par l'extraction du sélénium, et son attention fut attirée par une ligne verte brillante, non encore signalée. Il l'attribua à un métal nouveau, auquel il donna le nom de *thallium* (1861), et dont il entreprit et poursuivit pendant 12 ans l'étude des propriétés et des composés. Sa détermination du poids atomique de cet élément, en particulier, opérée sur des substances amenées à un état de grande pureté et avec les soins les plus minutieux, a été longtemps considérée comme la plus parfaite qui existât.

Quelques difficultés rencontrées au cours de ce premier travail allaient orienter l'activité de Crookes vers un champ tout nouveau. Pour obvier à des irrégularités observées dans ses pesées, il avait eu l'idée de placer ses balances dans le vide; mais les troubles persistant lorsqu'il opérait en pleine lumière, il les attribua à une « répulsion résultant de la radiation », qu'il illustra au moyen d'un appareil de son invention, le *radiomètre* : c'est un moulinet constitué par 4 ailettes verticales noircies d'un seul côté et qui, placé dans un tube où l'on a fait le vide, se met à tourner aussitôt qu'il est frappé par la lumière. De 1874 à 1879, Crookes consacra de nombreux mémoires à l'exposé des expériences entreprises avec le radiomètre; il dut reconnaître que son interprétation était erronée et que le mouvement des ailettes, suivant une suggestion de G. J. Stoney, est dû à l'entraînement par un courant du gaz résiduel provenant de l'échauffement inégal des parois du tube.

Mais ces recherches avaient lancé le jeune savant dans une voie nouvelle, l'étude des gaz raréfiés, où il allait moissonner de brillantes récoltes. Reprenant les recherches de Plucker, de Hittorf et de Goldstein sur la décharge électrique dans les gaz, il approfondit les

propriétés des rayons cathodiques et illustra leurs propriétés lumineuses, mécaniques, électromagnétiques, calorifiques, par une foule d'expériences ingénieuses. Pour lui, on se trouve ici en présence d'un quatrième état ou condition de la matière, la *matière radiante*, constitué par un flux de particules ou de molécules négativement chargées et projetées avec une grande vitesse par l'électrode négative. Pendant longtemps, il dut défendre cette conception contre les attaques de l'Ecole des physiciens allemands Goldstein, Hertz, Lénard..., qui voyaient dans les rayons cathodiques des ondulations de l'éther, mais il finit par faire triompher son explication, aujourd'hui universellement acceptée. Crookes a résumé tous ses travaux sur ce sujet dans une conférence prononcée le 22 août 1879 devant l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences réunie à Sheffield; cette conférence, restée classique, a été reproduite dans le beau volume édité par la Société française de Physique : *Ions, Electrons, Corpuscules.*

Crookes avait remarqué que, sous l'influence du bombardement cathodique, un grand nombre de substances émettent une lumière phosphorescente. Pour la plupart, le spectre de cette lumière est continu; mais pour d'autres, en particulier les terres rares, le spectre est discontinu. Crookes basa sur ces faits une nouvelle méthode d'analyse spectrale (1881), sur laquelle il s'appuya pour la séparation laborieuse des terres rares de la gadolinite et de la samarskite; mais il n'apparaît pas que ce procédé présente des avantages sur l'emploi des spectres de flamme; il peut même conduire à des erreurs : telle la découverte d'un élément nouveau, le victorium, que les recherches ultérieures n'ont pas confirmée.

La découverte des phénomènes de radio-activité attira dès l'origine l'attention de Crookes. Mettant à profit l'expérience qu'il avait acquise dans la séparation des terres rares, il soumit à la cristallisation fractionnée les sels d'uranium, et il parvint à en isoler le premier produit de transformation de cet élément, l'uranium X. D'autre part, en 1903, il découvrit que les rayons α du radium produisent, par leur bombardement, la phosphorescence d'un petit écran de sulfure de zinc cristallin, phénomène qu'il a popularisé dans son *spinthariscope*.

En dehors de ces directions principales, l'activité scientifique de Crookes s'est étendue à une foule de domaines des plus variés. Mentionnons ses recherches sur les verres protecteurs pour lunettes, entreprises dans le but de mettre l'œil à l'abri soit des radiations calorifiques, soit des radiations ultra-violettes; plus de 300 verres différents ont été préparés, dont une vingtaine ont été reconnus propres au but visé. Il s'est intéressé encore au tannage électrique, à l'examen et à la purification des eaux, au traitement des eaux d'égout; il fut le premier, en 1866, à appliquer le phénol comme désinfectant dans la peste bovine. Il s'est occupé du « problème du blé » et de la fabrication des engrais azotés par voie électrique aux dépens des gaz de l'atmosphère.

En 1859, il avait fondé le journal *The Chemical News*, qu'il dirigea jusqu'à sa mort.

Elu membre de la Société Royale de Londres en 1863, il en devint secrétaire pour l'Etranger en 1908 et président en 1913; ce corps savant lui avait attribué successivement la Médaille Royale, la Médaille Copley et la Médaille Davy; Crookes était, d'autre part, correspondant de l'Académie des Sciences de Paris depuis 1906.

§ 3. — Physique

L'application de la piézo-électricité à la mesure des pressions. — En 1883, P. Curie a découvert le phénomène connu sous le nom de piézo-électricité et qui consiste dans la production d'un courant électrique entre les deux faces parallèles d'une lame cristalline de quartz ou de tourmaline soumise à une pression perpendiculaire à la surface. Il a montré que la quantité d'électricité développée est proportionnelle à la pression, et indépendante de l'épaisseur de la lame. Ce phénomène curieux a fait l'objet de spéculations théoriques de Voigt, mais ne semble avoir reçu aucune application pratique. Dans une conférence récente devant l'Institution royale, à Londres, Sir J. J. Thomson a donné connaissance des recherches qui ont été entreprises dans cette voie par MM. D. A. Keys et E. Everett au Laboratoire Cavendish et qui ont conduit à l'élaboration d'une remarquable méthode pour la mesure des pressions élevées[1].

En effet, si la mesure de la pression d'après la quantité d'électricité produite par un cristal piézo-électrique peut sembler dépourvue d'intérêt dans les circonstances ordinaires, il est des cas où la soudaineté des pressions développées et l'incertitude des procédés de détermination mécaniques confèrent aux méthodes électriques un avantage décisif : il en est ainsi pour les explosions dans l'âme des canons ou les cylindres des moteurs, où les modifications s'accomplissent avec une rapidité extraordinaire de l'ordre du 1/30.000e au 1/50.000e de seconde. Voici comment la piézo-électricité peut être mise en œuvre dans ce cas.

Supposons la lame cristalline soumise à la pression explosive à mesurer. Appliquons deux feuilles de métal aux deux surfaces de la lame, et joignons-les par des fils à deux plaques métalliques montées dans un tube à vide. La pression de l'explosion électrise les plaques et établit entre elles un champ électrique. Dirigeons maintenant un courant d'électrons, provenant d'un fil de tungstène chauffé par une batterie, à travers un tube fin dans l'espace qui sépare les plaques. Tant que les plaques sont électriquement neutres, les électrons se meuvent en ligne droite et frappent un écran ou une plaque photographique disposée au bout de l'appareil en formant une tache centrale. Mais, dès que les plaques sont électrisées, la supérieure devenant par exemple positive, le courant d'électrons est dévié vers le haut et forme une nouvelle tache dont la distance à la tache centrale est proportionnelle à la pression. On peut lancer des particules à la vitesse de 10.000 km. à la seconde; dans un champ électrique de 2,5 cm. de longueur, les particules traverseront le champ en moins d'un cent-millionième de seconde. On pourra donc mesurer des pressions correspondant à ce très court espace de temps.

Par ce seul moyen, toutefois, on ne peut obtenir une courbe de la pression en fonction du temps. Une exposition d'un cent-millième de seconde suffirait à exciter la plaque photographique, et en déplaçant celle-ci ou en la laissant tomber on obtiendrait une courbe pression-temps. Mais il serait plutôt difficile de faire fonctionner un tel dispositif dans le vide. On arrive plus commodément au résultat désiré en rendant mobile le courant de particules négatives, qui peut être dévié par une force magnétique. Si l'on établit un champ magnétique indépendant à côté du champ électrique, il se superposera aux déviations (par exemple horizontales) dues à la force électrique une déviation verticale par la force magnétique. En employant un champ magnétique à alternances rapides, la tache formée par les rayons cathodiques se meut verticalement de haut en bas et de bas en haut quand le cristal n'est exposé à aucune pression. Au moment de l'explosion, la tache subit une déviation horizontale et se déplace suivant une courbe qui donne la pression en fonction du temps.

L'examen de ces courbes montre que la pression s'élève d'abord très rapidement jusqu'à un maximum, puis diminue graduellement. Lorsqu'on fait exploser un mélange d'hydrogène et d'oxygène à la pression ordinaire, dans la proportion de 2 H à 1 O dans un vase clos en laiton, l'étude de la courbe montre que la pression maximum est atteinte en 1/16.000e de seconde environ, puis décroît presque suivant une loi exponentielle. Si l'on ajoute une trace d'air aux deux gaz, l'élévation de pression est plus lente et un peu moins prononcée; en présence d'une forte proportion d'air, le maximum de

1. *Engineering*, t. CVII, n° 2782, p. 543; 25 avril 1919.

pression est atteint en 1/400e de seconde et est encore moins élevé.

L'emploi de ces diagrammes de pression est susceptible de jeter une lumière nouvelle sur les phénomènes d'explosion, aussi importants industriellement que scientifiquement. A l'aide de la méthode piézo-électrique, on pourra observer la propagation d'une onde explosive le long d'un tube en plaçant des cristaux en différents points. De la même façon on pourra étudier la propagation d'une onde explosive à travers une épaisseur de solide en fixant un cristal à la surface supérieure et à la surface inférieure. Dans sa conférence Sir J. J. Thomson a projeté un diagramme se rapportant à l'explosion d'une charge de coton-poudre dans la mer; il présente deux courbes, l'une relative à l'effet direct de l'explosion, la seconde à la pression produite par la réflexion de l'onde explosive sur le fond de la mer.

§ 4. — Chimie

Poids atomique du plomb extrait de la samarskite. — Les nombreuses déterminations du poids atomique d'échantillons de plomb de provenances diverses, effectuées dans le cours des cinq dernières années, ont confirmé la théorie des isotopes de Fajans et Soddy.

M. Arthur L. Davis[1] vient de publier les résultats de nouvelles déterminations sur un minerai radioactif qui n'avait pas été encore étudié : la samarskite.

La samarskite est un niobo-tantalate complexe des terres rares, contenant une quantité considérable d'uranium et un faible pourcentage de thorium. La plupart des analyses anciennes ne mentionnent pas la présence de thorium ou de plomb, qui devaient sans doute être entraînés avec les terres rares; néanmoins ces deux éléments existent probablement dans la plupart des échantillons.

La samarskite étant un minéral de l'époque primaire, le plomb présent doit être considéré comme le produit ultime des séries de l'uranium et du thorium et non pas comme un dépôt secondaire.

Pour séparer le plomb, M. Davis emploie la méthode suivante :

On ajoute une fois et demie la quantité d'HF nécessaire pour fixer les bases présentes et le mélange est évaporé presque à siccité dans des creusets de platine. On ajoute au résidu HF dilué afin d'enlever les fluorures solubles, la présence de l'acide étant nécessaire pour empêcher l'hydrolyse de ces fluorures. Le mélange est filtré dans un entonnoir en caoutchouc et lavé jusqu'à élimination de l'acide, le liquide qui filtre et les eaux de lavage étant recueillies dans une capsule de platine. Le résidu, additionné d'une très petite quantité d'eau, est évaporé à siccité dans une capsule de platine, et chauffé avec de l'acide sulfurique concentré ne contenant aucune trace de plomb. Ce mélange est refroidi et les sulfates solubles sont éliminés avec de l'eau chaude; on fait bouillir les sulfates insolubles avec une solution de soude, le mélange est traité par l'acide azotique dilué, filtré et évaporé à siccité. Le résidu est repris à l'eau, acidifié par HCl, et le plomb est précipité par H^2S. On fait bouillir le sulfure de plomb ainsi précipité avec HCl concentré et la solution est évaporée à siccité : 1.100 gr. de samarskite ont fourni 14 gr. de chlorure de plomb brut.

Pour purifier ce chlorure de plomb, on le dissout dans l'eau, on le sature par H^2S et on dissout le sulfure formé dans l'acide azotique. On purifie l'azotate par quatre cristallisations, on le transforme en chlorure qu'on fait cristalliser trois fois.

Afin d'avoir un échantillon de plomb ordinaire, M. Davis a traité une galène (d'Oklahoma) par l'acide azotique. Après avoir fait cristalliser six fois, comme précédemment, le nitrate obtenu, il le convertit en chlorure qu'il fait cristalliser deux fois.

La méthode de détermination du poids atomique du plomb repose sur la transformation du chlorure de plomb en chlorure d'argent. La technique suivie est celle de Baxter et Grover[1]. Les valeurs adoptées pour les poids atomiques de l'argent et du chlore sont : Ag = 107,88 et Cl = 35,457.

Voici les résultats obtenus :

Poids atomique du plomb ordinaire :	207,27
— — — radioactif :	206,30

Les pourcentages en uranium et en thorium du minerai étudié sont :

U^3O^8	12,21 %
ThO^2	1,03 %

Indiquons pour terminer les valeurs obtenues pour le poids atomique du plomb ayant une origine radioactive par différents auteurs :

Richards et Lemberg[2] :	
uranite de la Caroline du Nord	206,40
pechblende de Joachimsthal	206,57
carnotite du Colorado	206,59
thorianite de Ceylan	206,82
pechblende d'Angleterre	206,86
Soddy et Hyman[3] :	
thorite de Ceylan	208,40
Hönigschmid et St. Horovitz[4] :	
pechblende de Joachimsthal	206,405
uranite de Morogoro (Est Africain)	206,059
bröggerite de Moss (Norvège)	206,083
bröggerite ($PbCl^2$ distillé)	206,066
Maurice Curie[5] :	
yttrio-tantalite	206,34
carnotite	206,36
pechblende	206,64
sable monazité	207,08
Richards et Wadsworth[6] :	
carnotite d'Australie	206,34
carnotite d'Amérique	207,00
clévéite de Norvège (Moss)	206,08
bröggerite de Norvège (Langesund)	206,12
Arthur L. Davis :	
samarskite	206,30

A. B.

L'extraction du thallium des poussières des gaz de grillage des pyrites. — Dans l'industrie de l'acide sulfurique, les gaz sulfureux provenant du grillage des pyrites contiennent des poussières qui se déposent en grande partie dans les tuyaux conduisant ces gaz des fours à pyrite à la tour de concentration de Glover. Dans ces poussières, on trouve un grand nombre d'éléments, et, sur l'invitation du Département des recherches du Ministère anglais des Munitions, MM. G. Sisson et J.-S. Edmondson ont, pendant la guerre, essayé d'en retirer du sélénium. Les essais n'ont pas abouti, la plus grande partie du sélénium restant volatile à la haute température des conduites; par contre, les auteurs ont été plus heureux avec le thallium.

C'est d'ailleurs dans les poussières de grillage des

1. Arthur L. Davis : *Journal of physical Chemistry* (Ithaca), décembre 1918.

1. G. P. Baxter et F. L. Grover : *Journ. of Americ. Chem. Soc.*, t. XXXVII, p. 1027; 1915.

2. T. W. Richards et M. E. Lembert : *Journ. Am. Chem. Soc.*, t. XXXVI, p. 1329; 1914.

3. F. Soddy et H. Hyman : *Journ. Chem. Soc.*, t. CV, p. 1402; 1914.

4. Hönigschmid et St. Horovitz : *Monatshefte*, t. XXXVI, p. 355; 1915.

5. Maurice Curie : *C. R. Acad. Sc.* (Paris), t. CLVIII, p. 1676; 1914.

6. T. W. Richards et C. Wadsworth : *Journ. Am. Chem. Soc.*, t. XXXVIII, p. 2613; 1916.

pyrites du Harz que Crookes a découvert et isolé cet élément, et bien qu'il soit distribué d'une façon très étendue à l'état de sulfure avec ceux d'autres métaux, c'est toujours à l'état de traces, de sorte que les poussières en question constituent encore la source la plus pratique du thallium.

MM. Sisson et Edmondson[1] ont recueilli en 6 mois 750 kilogs de poussières, provenant du grillage de 1.500 tonnes de pyrites. Elles contenaient 0,25 %, soit environ 2 kg. de thallium. La méthode de séparation du thallium repose principalement sur la faible solubilité du chlorure et la solubilité du sulfate. La poussière est traitée à l'eau bouillante, acidifiée par H^2SO^4, dans un récipient en bois ou en grès, en injectant de la vapeur; après décantation, le liquide clair est traité par HCl. Le précipité de chlorure brut est séparé, lavé et converti en sulfate par chauffage avec H^2SO^4 concentré; l'excès d'acide est éliminé, le sulfate restant dissous dans l'eau, filtré et reprécipité à l'état de chlorure.

Le chlorure purifié, après dessiccation, est mélangé avec du cyanure de potasse et du carbonate de soude, et fondu dans un creuset à une température pas trop élevée pour éviter les pertes par volatilisation. Le chlorure peut également être réduit par le zinc et le métal formé fondu dans un courant de gaz inerte.

§ 5. — Géologie

Un continent dévonien, le Falklandia. — M. J. M. Clarke, directeur du Musée de l'État de New-York à Albany, à la suite de ses recherches sur les faunes dévoniennes de l'Amérique du Sud, vient de proposer de donner le nom de *Falklandia* à une terre continentale qui, pendant la période dévonienne, a précédé le continent du Gondwana et l'Antarctide dans la partie occidentale de l'hémisphère austral[2].

L'histoire du continent du Gondwana a été bien établie par Neumayr et Suess : c'est un grand continent austral de direction E-W, qui a échappé au tourbillon des déformations post-carbonifères mondiales et qui a poursuivi son existence d'asile continental pour la vie terrestre et fluviatile jusque tard dans les temps mésozoïques (Crétacé), époque où commencèrent des incursions marines qui aboutirent à sa rupture et à sa démolition au Tertiaire. L'est du Brésil, le sud de l'Argentine, et la moitié nord des Iles Falkland constituent ses fragments occidentaux; l'Afrique du Sud, la Lemuria perdue (de Madagascar à Ceylan), l'Inde et l'Australie indiquent son extension à l'est. Suess et tous ceux qui ont étudié ce continent n'ont pas signalé son existence antérieurement au Carbonifère.

L'Antarctide, autre asile austral, définie en se basant sur ses fossiles, a fourni des preuves d'un commencement de stabilisation et peut-être aussi d'une durée analogues. Les bois fossiles trouvés par J. Eights dans la Terre Victoria du Sud il y a 90 ans, et les fossiles rapportés récemment par les explorateurs polaires, tendent à montrer qu'elle a coexisté avec le continent du Gondwana. D'après Osborne, l'Antarctide se serait rompue au Tertiaire.

Dans la période qui a précédé immédiatement l'isolement de ces masses continentales, elles étaient unies à l'ouest; autrement dit, dans l'Atlantique sud occidental, la terre polaire australe s'étendait d'une façon continue dans les régions terrestres du continent du Gondwana. Nous le savons par la détermination des lignes de rivage dévoniennes dans l'Amérique du Sud, les Iles Falkland et l'Afrique du Sud.

Le Dévonien de ces latitudes est une unité tant au point de vue de la vie que de la sédimentation; à cet égard, il diffère complètement du Dévonien de l'Eria, le continent E-W de l'hémisphère Nord. L'extension connue des faunes de rivage dévoniennes australes indique l'union des continents du Gondwana et de l'Antarctide pendant tout le Dévonien. L'étendue de ce pont continental dévonien à travers l'Atlantique résulte clairement de l'unité des faunes côtières dans l'Afrique du Sud, le Sao Paulo, l'Argentine et la Bolivie, et il existe des indications d'une terre composée de strates paléozoïques de date encore antérieure. C'est cet ensemble que M. Clarke appelle *Falklandia*, l'asile continental aux dépens duquel, à l'époque post-carbonifère, le Gondwana et l'Antarctide ont été taillés.

Ce terme paraît le plus approprié, étant donné qu'aux Iles Falkland les strates marines dévoniennes bordent les lits à *Gangamopteris* du continent du Gondwana. Les autres noms proposés pour ces terres australes pré-gondwaniennes (Ile Sud-Atlantique de Frech, Atlantide dévonienne de Katzer, Terre à *Flabellites* de Schwarz) sont beaucoup moins adéquats.

§ 6. — Botanique

L'origine et le support physique de la succulence chez les plantes. — Les botanistes reconnaissent deux types de plantes succulentes ou grasses : celles qui croissent dans les régions sèches, comme les cactus, et celles des bords de la mer, connues aussi sous le nom d'halophytes. Le principal caractère anatomique de ces formes consiste dans le fait que des files de cellules à paroi mince se sont démesurément élargies, soit par multiplication, soit par développement exagéré, et que ces masses de cellules contiennent d'assez grandes quantités d'eau ou de suc cellulaire. L'origine et le développement évolutif de ce genre de végétation ont été l'objet de beaucoup de spéculations. Presque toutes les plantes succulentes sont caractérisées par une acidité marquée des tissus et, comme beaucoup habitent des localités dans lesquelles le sol est très chargé de sels, on a vu dans ces facteurs physiques la cause de l'accumulation de l'eau dans les plantes par le jeu des forces osmotiques. Mais toutes les explications de ce genre ont été, par la suite, trouvées inadéquates.

La découverte par H. M. Richards du fait que les *Castilleja Erigeron* vivant sur la côte de Californie comprennent des individus à feuilles minces et d'autres à feuilles épaisses, et que ces caractéristiques foliaires sont en relation avec l'alimentation en eau des plantes, a fourni à M. D. T. Mac Dougall[1] la base qui l'a conduit à une explication plus rationnelle de la succulence.

Les mesures de l'hydratation ou de l'imbibition par les tissus végétaux lui ont montré que le protoplasme des plantes est formé en grande partie de pentosanes (dont les mucilages sont un exemple), mélangés à une proportion plus faible de dérivés protéiques et à des sels. Comme la succulence implique une augmentation de l'emmagasinement d'eau, c'est vers le mécanisme de la teneur en eau de la cellule que devait se porter l'attention.

Or une série d'analyses des hydrates de carbone des plantes désertiques a établi ce fait fondamental que, lorsque des cellules contenant des polysaccharides subissent une réduction de leur teneur en eau, ces sucres sont réduits en pentosanes, qui forment la principale partie des mucilages. La capacité d'imbibition des polysaccharides est faible. Mais leur transformation en pentosanes l'augmente considérablement, de sorte que sans addition d'aucune substance à la cellule, par simple perte d'eau, une modification se produit qui rend la cellule capable d'absorber et de retenir des proportions infiniment plus considérables d'eau. En d'autres termes, l'aridité, en provoquant une forte perte d'eau, produit un changement dans la cellule qui lui permet de retenir beaucoup plus d'eau. La capacité d'emmagasinage conférée à la masse cellulaire est permanente, car les pentosanes ne sont pas reconvertibles en polysaccharides.

1. *Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XXXVIII, n° 6, p. 70 T; 31 mars 1919.

2. *Proc. of the Nat. Acad. of the U. S. of America*, t. V, n° 4, p. 102; avril 1919.

1. Yearbook of the Carnegie Inst., n° 17, p. 85; 1918.

On a noté, d'autre part, chez le *Castilleja* que l'acidité des plantes à feuilles minces est à peu près le double de celle des plantes grasses; ce fait suggère l'hypothèse que c'est chez les plantes à forte acidité, ou plutôt à type de métabolisme produisant une acidité prononcée, que le développement de la succulence est possible.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Nouvelle exploration du Danois Rasmussen dans le Groenland septentrional. — L'explorateur danois Knud Rasmussen, qui s'est déjà fait connaître par plusieurs expéditions remarquables accomplies par lui dans la partie septentrionale du Groenland, est rentré à Copenhague au début de juin 1918, après avoir effectué, dans le nord de cette vaste terre insulaire, un voyage qui, de même que les précédents, aura été fructueux en résultats scientifiques [1].

Nous avons déjà relaté ici [2] la série des explorations faites par lui sur cette terre polaire depuis 1902 et nous rappelons que la plus importante de toutes a été celle accomplie en 1912, au cours de laquelle il a fait deux traversées du Groenland, la première de l'ouest à l'est, la seconde de l'est à l'ouest. En 1913, il opéra son retour en suivant toute la banquise de la baie Melville, de la baie de Baffin et du détroit de Davis pour gagner Holstenborg, sur la côte occidentale du Groenland, un peu au nord du cercle polaire.

Knud Rasmussen, qui s'était toujours préoccupé de l'étude des questions se rattachant à l'origine et aux migrations des Esquimaux, rechercha et visita, en 1916, tous les restes d'anciens établissements de cette population qui pouvaient se trouver autour de la baie Melville et dans la péninsule de Hayes qui forme sa côte septentrionale. Avec son compagnon Lauge Koch, géologue et topographe, il découvrit cinquante habitations dans la baie Melville et une soixantaine à Umanak, dans le Wolstenholme sound.

En 1917, Rasmussen entreprit une nouvelle expédition au cours de laquelle il put explorer les fjords de l'extrême Nord du Groenland, mais ce fut au prix de terribles souffrances, dues à l'insuffisance de la nourriture, qu'il put mener à bout son entreprise. De même que l'expédition de Mylius Erichsen avait été cruellement éprouvée en 1907 dans le nord de la côte orientale du Groenland par suite du manque de vivres [3], celle de Rasmussen laissa aussi des victimes sur les terres polaires.

L'explorateur danois Rasmussen était parti le 6 avril 1917 de Thulé, station d'hivernage qu'il avait installée en 1910 sur les bords du Wolstenholme sound, auprès du cap York, pointe de la côte occidentale du Groenland en dessous de laquelle s'ouvre la baie Melville. Il avait pour compagnons le géologue et topographe Lauge Koch, le botaniste suédois Thorild Wulff, l'eskimau Henrik Olsen et de nombreux indigènes, et il était muni de traîneaux à chiens.

La caravane fit route dans la direction du nord en longeant la rive orientale du long détroit qui met en communication la baie de Baffin avec le bassin polaire. Après un mois de trajet, les voyageurs purent doubler la côte nord-ouest du Groenland et prendre la direction de l'est. Ils purent alors exécuter le levé de tous les grands fjords de la côte septentrionale jusqu'au fjord de Long sur la terre Peary. Les mois de mai, juin et juillet furent consacrés à ce vaste travail de topographie.

Ces levés vinrent compléter et rectifier d'une façon notable ceux qui avaient été faits par les expéditions de Nare et de Peary, surtout pour la partie comprise entre les fjords Sherard Osborn et de Long. Il fut reconnu que ce dernier se divise en trois branches profondes. Quant au tracé de la côte, il fut refait suivant un dessin très différent. On constata que beaucoup de fjords étaient envahis par des fronts glaciaires flottants qui se reliaient à la glace de pleine mer; c'est ce qui avait lieu pour le fjord Sherard Osborn et le fjord Victoria.

Ces conditions glaciaires se trouvaient avoir une répercussion forcée sur le développement zoologique, et la conséquence en était dans toute cette région la disparition des animaux qui cessaient de pouvoir y vivre. Ce fut une circonstance désastreuse pour l'expédition qui avait cru pouvoir y trouver une certaine abondance de gibier, et surtout des phoques et des bœufs musqués qui auraient pu faire le fond de son alimentation. Déçue dans ses espérances, elle éprouva de grandes difficultés et elle eut le malheur de perdre son fidèle Esquimau Henrik Olsen qui disparut, le 21 juillet, au cours d'une chasse entreprise pour ravitailler la caravane.

Le 5 août 1917, l'expédition commença son voyage de retour dans la direction de l'est à l'ouest. Ayant gravi la rive du fjord George qui avoisine à l'ouest le fjord Sherard Osborn, elle traversa l'inlandsis de façon à gagner le couloir qui sépare le Groenland de la terre Ellesmere. Après dix-neuf jours de trajet, elle l'atteignit au cap Agassiz, dans le canal Kennedy. L'expédition se trouvait là à 225 kilomètres au nord d'Etah, village eskimau situé presque à la même distance du cap York. Quand la caravane arriva sur les bords de la mer, elle était complètement épuisée faute de nourriture, et les derniers chiens venaient d'être mangés quelques jours auparavant. Prenant les devants, Rasmussen partit de suite pour Etah avec un Esquimau pour rapporter des approvisionnements à ses compagnons restés en arrière, qui étaient très affaiblis; quand il put les rejoindre le 4 septembre, le Dr Thorild Wulff avait malheureusement succombé. Après avoir passé l'hiver à la station de Thulé, les survivants de l'expédition purent, au printemps de 1918, gagner les établissements danois situés plus au sud sur la côte occidentale et de là ils furent rapatriés.

Les reconnaissances faites par l'expédition sur la côte nord du Groenland et les importants levés effectués ont permis de se rendre compte que les Esquimaux n'avaient pas pu émigrer de la côte Ouest vers la côte Est par les contrées du Nord comme l'avait pensé Rasmussen en 1912, et l'absence de gibier en était l'une des principales raisons. On ne rencontra en effet aucune trace d'habitations au nord de la baie Benton, située par 80° lat. N.

Les études géologiques faites par Lauge Koch ont apporté d'importantes données nouvelles sur les formations que l'on rencontre au Groenland et de riches collections botaniques ont été rassemblées par Th. Wulff.

Gustave Regelsperger.

1. Des détails sur cette exploration ont été donnés par M. Charles Rabot dans *La Géographie* (tome XXXII, n° 3, 1918, p. 195), d'après des renseignements communiqués par l'amiral F. Wandel, directeur des explorations danoises au Groenland; par M. Maurice Zimmermann dans les *Annales de Géographie*, 15 mars 1919, p. 157-158, et dans *The Geographical Journal* (Londres, LIII, janvier 1919, p. 59-60).

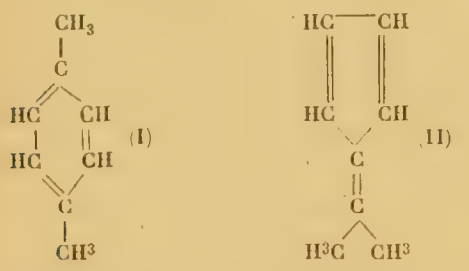
2. *Revue générale des Sciences*, 15 février 1914, p. 97-98.

3. *Revue générale des Sciences*, 15 janvier 1913, p. 5.

COULEUR ET CONSTITUTION CHIMIQUE

Nous recherchons actuellement la cause des propriétés physiques de la matière et en particulier de la couleur, soit dans la nature de l'atome, soit dans l'arrangement des atomes dans la molécule, soit dans la disposition des molécules dans l'espace. C'est à cette dernière cause, agencement des molécules en lames minces, qu'est attribuée la coloration des bulles de savon, des couches d'oxyde à la surface des métaux, etc.

On sait d'autre part que certains atomes, comme ceux de nickel, de cobalt et de chrome, apportent la propriété colorée aux molécules qui les contiennent. Si nous comparons les chlorures incolores d'argent et de plomb aux iodures jaunes des mêmes métaux, il est évident qu'on doit attribuer à l'atome d'iode la différence de coloration. On explique de la même manière que le chloroforme soit incolore et l'iodoforme coloré en jaune. Mais ces deux causes sont bien insuffisantes pour expliquer la plupart des colorations, et la Chimie organique, avec ses nombreux corps isomères dont parfois les uns sont incolores : xylène (I) et les autres colorés : diméthylfulvène, jaune d'or (II), nous oblige à rechercher une relation entre la couleur et la constitution chimique.



D'ailleurs l'existence de cette relation n'est pas mise en doute, et depuis longtemps les chimistes se sont préoccupés de trouver une solution à ce problème. Les travaux entrepris dans ce but sont très nombreux et souvent importants. Des règles plus ou moins générales ont été formulées, mais aucune ne présente le caractère d'une loi.

Nous nous proposons de faire une sorte de mise au point de cette question, certain d'ailleurs à l'avance d'être incomplet puisque nous avons rejeté systématiquement un certain nombre de règles, souvent d'ailleurs fort intéressantes, mais qui n'offraient aucun lien entre elles et que nous aurions été obligé de présenter sous forme d'une sèche énumération. L'intérêt qu'on porte actuellement aux matières colorantes nous incite à traiter ce sujet et la récente publication d'un livre de M. Watson : « *Colour in relation to chemical constitution* » nous en fournit l'occasion[1].

I. — Qu'est-ce qu'une substance colorée?

La substance noire est celle qui absorbe toutes les radiations qu'elle reçoit, la substance blanche les diffuse toutes, et la substance incolore les laisse passer. La substance colorée se caractérise par son absorption sélective. Elle transmet donc par transparence ou diffusion les radiations complémentaires de celles qu'elle absorbe. L'œil nous révèle l'absorption des radiations de la région visible du spectre. Mais il est évident que, dans une étude scientifique autre que physiologique, nous ne pouvons créer une cloison étanche entre les radiations visibles comprises à peu près entre $0\mu,4$ et $0\mu,8$ et les radiations infrarouges ou ultraviolettes. La coloration, au sens ordinaire du mot, n'est qu'un cas particulier d'un phénomène beaucoup plus général, l'absorption sélective, dont il est intéressant de connaître les lois. Nous devons donc prendre en considération les indications que nous fournissent l'œil, la plaque photographique, le bolomètre ou la pile thermoélectrique. Mais s'il importe, au point de vue scientifique, de ne pas faire de distinction entre les différentes longueurs d'onde pour élucider la loi qui domine l'absorption, il n'en est pas moins vrai qu'au point de vue pratique l'absorption des radiations visibles est particulièrement intéressante; nous sommes ainsi amené à dire quelques mots des relations entre l'absorption des radiations visibles et la couleur.

II. — Spectre d'absorption et couleur

Le spectre d'absorption des matières colorantes présente des bandes obscures d'une assez grande largeur. Ces bandes sont généralement peu nombreuses; souvent on n'en observe qu'une seule dans toute l'étendue du spectre visible. La couleur de la substance considérée est constituée par l'ensemble des radiations visibles restantes; elle est donc complémentaire de celle que formerait l'ensemble des radiations absorbées. Suivant, par exemple, que l'absorption se

1. Le livre de M. Watson appartient à la collection bien connue *Monographs on industrial Chemistry* (Longmans, Green and C°, 1918). Cet ouvrage bien illustré groupe un grand nombre de documents. Il offre au lecteur un exposé critique de règles bien présentées, une bibliographie intéressante, des généralités sur les spectres d'absorption et leur observation. Il traite en outre de la phosphorescence et de la fluorescence.

fait dans le violet ou le vert, les matières colorantes paraîtront jaune-vert ou rouge. Si la bande d'absorption se déplace dans le sens violet, bleu, vert, jaune, orangé, rouge, les substances considérées paraissent jaune, orangée, rouge, violette, bleue, verte. On dit que la couleur s'approfondit, et toute cause qui produit un approfondissement de la couleur est dite avoir un effet *bathochrome*. L'effet inverse est dit *hypsochrome*. La bande d'absorption peut parfois être relativement étroite, par exemple ne couvrir que le dixième du spectre : la couleur est pure et franche. C'est le cas des colorants du groupe du triphénylméthane. Mais parfois la bande peut s'étaler largement, avoir des bords moins nets : la couleur est alors généralement plus terne. Beaucoup de colorants azoïques offrent cette particularité.

Il importe de bien distinguer les expressions « profondeur de la coloration » et « intensité de la coloration ». Deux substances colorées peuvent avoir la même couleur: mais, pour produire une solution d'une teinte donnée, il peut falloir beaucoup plus de l'une que de l'autre. Ces deux substances différeront non par la profondeur, mais par l'intensité de leur coloration.

Nous pouvons maintenant poser nettement la question : étant donnée la formule de constitution d'un corps, peut-on dire s'il est coloré ou non, peut-on prévoir sa couleur avec ses qualités de pureté et d'intensité ? A l'heure actuelle, on peut répondre, mais pas avec toute la certitude ni toute la précision désirable. Nous allons donc examiner les règles qui solutionnent partiellement le problème.

III. — Influence de la double liaison

Peu de temps après la découverte des premiers colorants synthétiques, Graebe et Liebermann, en 1868, reconnurent que tous ces colorants sont des corps non saturés, ce qui se traduit dans leur formule par la présence de doubles ou de triples liaisons. Mais disons dès maintenant que la triple liaison semble bien moins efficace que la double liaison. Ceci résulte, entre autres observations, de celles de Stobbe et Ebbert. Le stilbène (I) absorbe des radiations de plus grande longueur d'onde que le tolane (II).

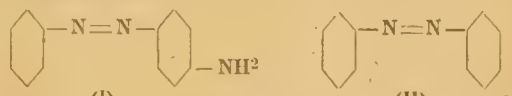
(I) (II)

Les colorants fournissent par réduction des dérivés très fréquemment incolores qui, pour cette raison, ont été appelés *leuco-dérivés*. Cette influence des doubles liaisons est un fait extrêmement général et bien reconnu, confirmé par toutes les observations ultérieures.

Un progrès considérable ne se fit pas attendre. En 1876, Otto Witt émit une théorie plus complète, qui fut célèbre entre toutes et qui est encore très en honneur aujourd'hui. Pour cet auteur, tous les hydrocarbures seraient incolores. L'introduction dans leurs molécules de groupes spéciaux comme N=N—, =C=O, etc., appelés *chromophores*, donne naissance, quand leur nombre est suffisant, à des molécules colorées appelées *chromogènes*. L'addition de groupes salifiables tels que OH, NH^2 dans la molécule d'un chromogène exalte la coloration et apporte le pouvoir tinctorial : de tels groupes sont les auxochromes.

Nous pouvons adapter cette règle à nos connaissances actuelles et donner des définitions qui précisent les termes introduits par Witt.

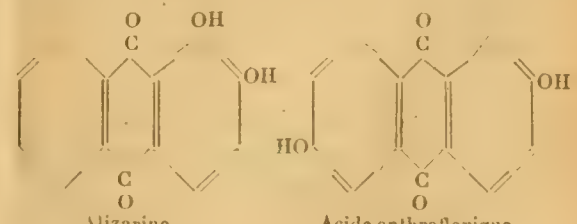
Nous dirons tout d'abord qu'il existe actuellement un grand nombre d'hydrocarbures colorés. Ch. Courtot, dans son étude dans la série des fulvènes, a apporté une large contribution à leur connaissance. Nous ne pouvons donc plus, avec Otto Witt, définir le chromophore : un groupe d'atomes qui apporte la coloration quand il est introduit dans la molécule d'un hydrocarbure. Un arrangement spécial, formé uniquement d'atomes d'hydrogène et de carbone, peut lui-même être un chromophore. Nous le définirons donc : le groupe d'atomes non saturés dont la présence est nécessaire pour qu'un corps soit coloré. Un auxochrome est un groupe tel que OH ou NH^2 qui exalte la coloration des chromogènes dans lesquels il se trouve substitué. Mais il importe de remarquer qu'il n'y a pas ici de changement de teinte. Un auxochrome n'a pas forcément un effet bathochrome. Par exemple la coloration jaune de l'amidoazobenzène (I) est moins profonde que la coloration orangée de sa substance mère, l'azobenzène (II).



(I) (II)

L'auxochrome n'apporte pas non plus nécessairement le pouvoir tinctorial.

Un exemple bien connu est celui des isomères de l'alizarine qui ne teignent pas, bien qu'ils possèdent deux auxochromes OH comme l'alizarine elle-même.



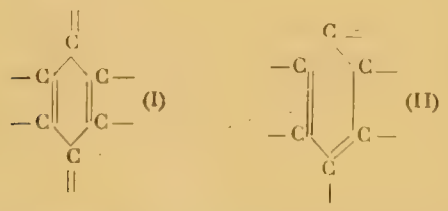
Alizarine Acide anthraflavique

D'autre part, il y a des groupes dont la présence n'augmente pas l'intensité de la coloration, mais fait apparaître le pouvoir tinctorial. Nous les appellerons des *tinctophores*. Tels sont les groupes COOH et SO^3H. On sait, en effet, qu'il n'est pas nécessaire qu'une molécule soit colorée pour se fixer sur la fibre. Il en est ainsi de la cuve d'indigo. L'apport du pouvoir tinctorial, la variation de la nuance et l'augmentation d'une couleur donnée sont donc trois propriétés bien distinctes, mais qui peuvent être conférées à une molécule par l'introduction d'un groupement unique. L'auxochrome peut parfois être un tinctophore et un bathochrome. Cette particularité explique l'emploi de termes dans des acceptions différentes, ce qui n'est pas pour rendre plus claire l'interprétation des résultats expérimentaux.

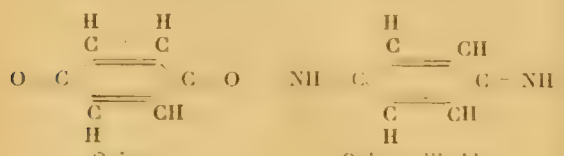
Nous allons préciser la nature des chromophores, des auxochromes, des bathochromes et des hypsochromes. Nous laisserons de côté les tinctophores, qui sont en dehors de notre sujet puisque la fixation sur la fibre est indépendante de la coloration.

IV. — Théorie d'Armstrong et de Nietzki (1888) Théorie quinonique

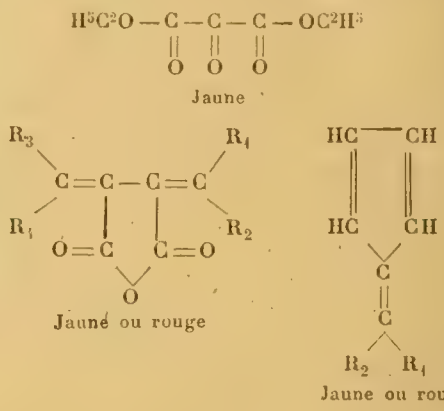
Cette théorie, qui est une des plus anciennes en date après celle de Witt, est aussi fort connue. Armstrong et Nietzki cherchent à démontrer que toutes les substances organiques colorées contiennent le complexe quinonique. On connaît deux sortes de complexes quinoniques : le complexe paraquinonique (I) et le complexe orthoquinonique (II) :

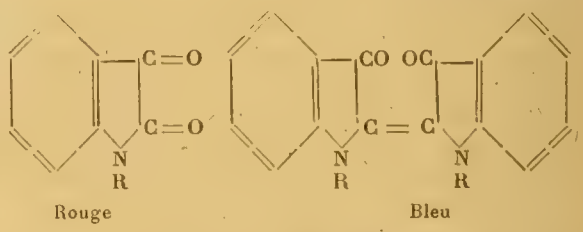


On connaît peu de corps à structure quinonique qui ne soient pas colorés. Je ne signalerai que la quinonediimide qui est incolore, alors que la quinone est colorée en jaune.



Mais, la bande d'absorption de la quinone se trouvant dans le violet, il se peut très bien que la quinonediimide, sans être colorée à l'œil, ait un pouvoir absorbant très voisin. Par suite, cet exemple n'infirmerait pas la suffisance de la théorie. Par contre, les corps colorés qui n'ont pas la structure quinonique sont en grand nombre. Signalons le mésoxalate d'éthyle, les fulgides de Stobbe, les fulvènes, les isatines, l'indigo, etc.





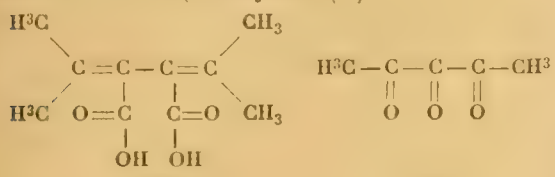
V. — Règle du chromophore essentiel de Liebig (1908)

Beaucoup plus générale est la règle du chromophore essentiel de Liebig. Elle fait rentrer dans le cadre de son explication toutes les exceptions précédentes. Liebig constate que tous les corps non colorés renferment un système de doubles liaisons conjuguées croisées. Nous rappellerons que quatre atomes sont unis par un système de doubles liaisons conjuguées quand à chaque atome aboutit une double liaison et une seule (schéma I). On dit que trois doubles liaisons sont en position conjuguée croisée, quand l'une d'elles est conjugée des deux autres d'un même côté (schéma II) :

Un rapide examen des formules du mésoxalate d'éthyle, des fulgides, des fulvènes, des isatines et de l'indigo convaincra de l'existence de ces doubles liaisons conjuguées croisées.

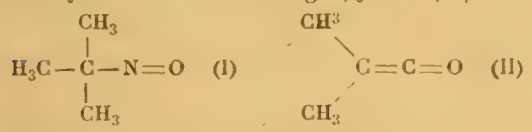
Les quinones renferment, pour ainsi dire, doublement ce système. Car quatre doubles liaisons conjuguées doublement croisées concourent à leur formation. Cette règle met donc aussi en relief l'importance du complexe quinonique qui avait frappé Armstrong et Nietzki. Elle est

fort satisfaisante pour reconnaître un chromophore. Cependant à lui seul un système unique de doubles liaisons conjuguées croisées est souvent incapable de provoquer une absorption dans le spectre visible. Ainsi l'acide tétraméthylfulgénique (I) est incolore, quoique la pentanetrione soit colorée en jaune (II).



(I) (II)

Cette règle pèche encore par son absence de nécessité absolue et quoique les exceptions soient rares nous en citerons pourtant deux : celle des dérivés nitrosés tertiaires, incolores à l'état solide, bleus à l'état liquide (I), et celle du diméthylcétène de Staudinger, jaune (II).



Cependant, à notre connaissance, rien n'a été trouvé qui permette d'expliquer d'une manière plus précise et plus générale la cause d'un aussi grand nombre de colorations. Nous laisserons donc là l'étude du chromophore pour examiner les groupements ou les particularités de structure qui ont une action bathochrome ou hypsochrome sur la coloration du chromogène.

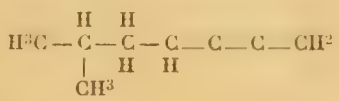
VI. — Règle de Kauffmann

Il est tout d'abord intéressant de remarquer avec Kauffmann que l'accumulation des doubles liaisons approfondit la couleur.

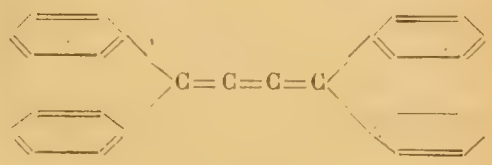
Cet auteur, pour rendre compte de la coloration des hydrocarbures, introduit la notion de densité de doubles liaisons. La densité est d'autant plus forte qu'à un nombre donné d'atomes de carbone contigus aboutit un nombre plus grand de doubles liaisons. Ainsi dans le fulvène, coloré en jaune, les trois doubles liaisons aboutissent à trois atomes de carbone, tandis que dans le benzène incolore ces trois doubles liaisons, également conjuguées, aboutissent à quatre atomes de carbone contigus. Ch. Courtot précise cette définition en exprimant la densité par une fraction dont le numérateur est le nombre de doubles liaisons et le dénominateur le nombre d'atomes de carbone qui les porte.

En même temps, Courtot critique cette théorie et fait apparaître l'importance de la double liaison conjuguée. En effet, quand les doubles liaisons sont jumelles, le résultat est très irrégulier.

Nous disons que deux doubles liaisons sont jumelles quand elles aboutissent à un même atome. En effet, le méthyl-2-heptatriène-4-5-6 (I) découvert par Grignard et qui possède trois doubles liaisons comme le fulvène, mais avec une densité plus considérable, devrait être coloré et il ne l'est pas. Le fait est encore plus curieux si on considère le tétraphénylbutatriène incolore (II).

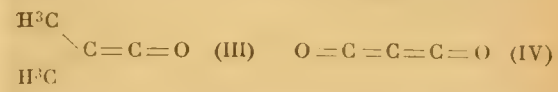


(I)

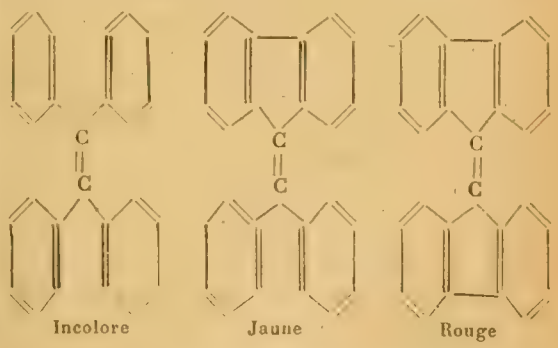


(II)

Mais, si nous passons à des corps autres que des hydrocarbures, nous arrivons à des constatations déconcertantes. Alors que le diméthylcétène est coloré en jaune (III), le sous-oxyde de carbone de Diels et Wolf est incolore (IV).



Mais, si nous restreignons la théorie de Kauffmann aux doubles liaisons conjuguées, elle est pleinement confirmée. Plus le nombre des conjugaisons de doubles liaisons est grand, plus la couleur est profonde. Pour le montrer, indiquons seulement un exemple. Nous constaterons que la coloration s'approfondit quand, sans changer le nombre des doubles liaisons, on augmente le nombre de leurs conjugaisons. Le tétraphényléthylène est incolore, le diphényldibenzofulvène est jaune et le bisdiphénylène-éthène est rouge.

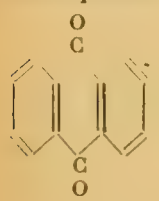


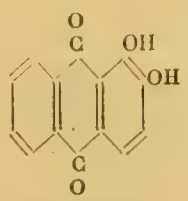
VII. — Règle de Nietzki et Schutze

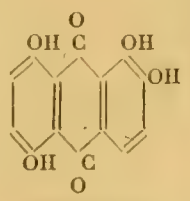
Nietzki prétend que l'alourdissement d'une molécule colorée provoque l'approfondissement de la couleur. Schütze critique cette règle et la précise. Plus que leur poids, la nature des groupes

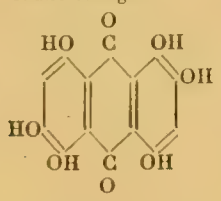
substituants a de l'influence. Schütze a introduit alors les termes de bathochrome et d'hypsochrome. D'après cet auteur, certains groupes comme les oxhydryles et les halogènes, les groupes alcoylés et surtout arylés sont des bathochromes ; d'autres, comme les groupes nitré NO^2 et acétyle CH^3CO, ont un effet inverse ; ce sont des hypsochromes. Il considère en outre une troisième catégorie de groupes qui n'ont pas ou peu d'effet, tels les carboxyles CO^2H et les groupes sulfoniques SO^3H. Cette règle a rendu et rend encore de grands services, mais elle est loin d'être infaillible ; même avec l'amélioration de Schütze, elle présente encore de nombreuses anomalies.

Nous l'illustrerons d'abord par quelques exemples, puis, pour mettre en garde contre un emploi trop absolu, nous signalerons quelques exceptions. L'approfondissement de la coloration dans les séries des oxyanthraquinones, des alcoyl- et aryl-pararosanilines est très suggestif. L'anthraquinone est jaune, l'alizarine ou dioxyanthraquinone, jaune orange, le bordeaux d'alizarine ou tétraoxyanthraquinone est rouge violacé, et le bleu d'anthracène est une hexaoxyanthraquinone.

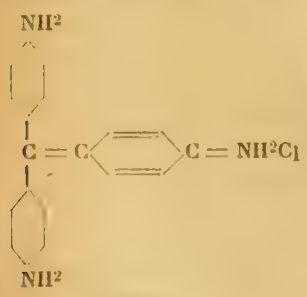

Jaune

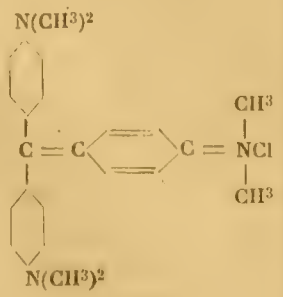

Jaune orangé

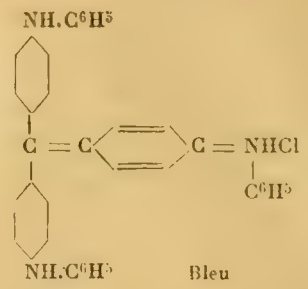

Rouge violacé


Bleu

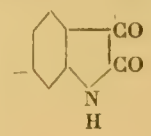
De même, le remplacement de six hydrogènes aminés par six groupes méthyle dans un sel rouge de pararosaniline conduit au violet cristallisé, celui de trois de ces hydrogènes par trois groupes phényle donne le bleu de diphénylamine.

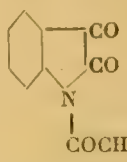

Rouge
(I)


Violet
(II)

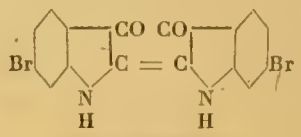

(III) Bleu

Par contre, l'acétylation des groupes oxhydryles ou aminogènes, bien qu'alourdissant la molécule, peut avoir un effet hypsochrome. Les isatines rouges non substituées à l'azote s'acétylent en donnant des corps jaunes.

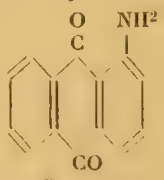




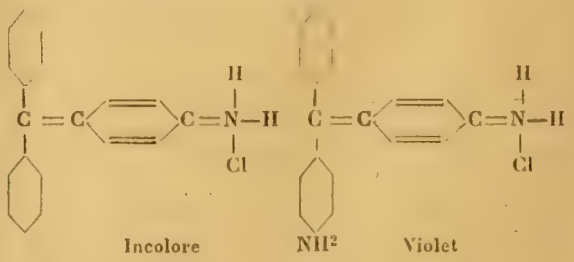
Mais, comme nous l'avons annoncé, l'effet de ces groupes est quelquefois inversé. Quoique le brome soit généralement un bathochrome, il a un effet très nettement hypsochrome dans le 6:6'-dibromo-indigo (pourpre des Anciens).


Pourpre antique

Sous ce rapport, le groupement de beaucoup le plus curieux est le groupement aminé. Jusqu'ici pas de règles qui prévoient son effet. Il est le plus souvent hypsochrome ; cependant l'aminoanthraquinone est rouge, alors que l'anthraquinone elle-même est jaune.

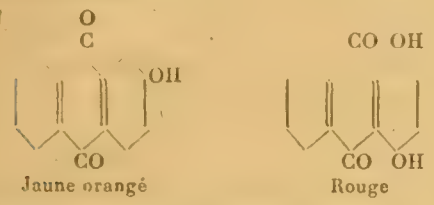

Rouge

La fuchsonimide est incolore ; l'introduction d'un groupe aminé a un effet bathochrome des plus considérables, puisqu'on passe au violet de Doebner, mais l'introduction d'un nouveau groupe aminé ramène la coloration au rouge dans la pararosaniline déjà formulée.


Incolore Violet

Les exemples de ce genre ne font pas défaut.

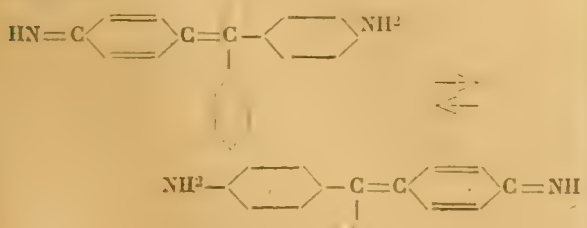
Comme nous venons de le voir, la nature du substituant a de l'influence sur la coloration; il en est aussi de même de la position de ce groupe. Si le brome a un effet hypsochrome dans le 6 : 6'-dibromoindigo précité, il n'a pour ainsi dire pas d'effet dans le 5 : 5'-dibromoindigo. D'autre part, l'alizarine est jaune orangé, tandis que la quinizarine est rouge.



Noelting a étudié l'influence de la position d'un substituant, en particulier dans les colorants du triphénylméthane. Il serait très intéressant de comparer ces résultats avec ceux à recueillir dans l'étude d'autres séries de colorants.

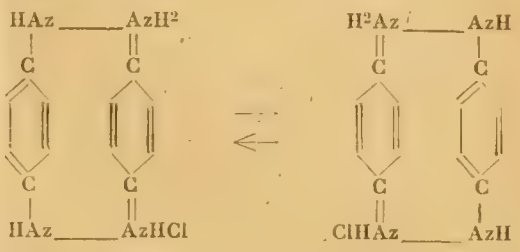
VIII. — Théorie de l'oscillation de Baeyer et de Willstætter

Pour tâcher d'élucider, dans la mesure du possible, l'influence de cette position, nous allons examiner les règles qui tiennent compte à la fois du chromophore et des groupes bathochromes et auxochromes. Nous avons vu plus haut que l'introduction d'un groupe aminé dans la fuchsonimide incolore transforme ce corps en un colorant, le violet de Doebner. Le groupe NH^2 introduit a en même temps une action auxochrome, bathochrome et tinctophore. Baeyer cherche à expliquer ce fait par sa théorie bien connue de l'oscillation. Nous voyons que dans le violet de Doebner deux noyaux portent des atomes d'azote, l'un de ces noyaux est benzénique et l'autre quinonique. Baeyer admet une oscillation des liaisons et d'un atome d'hydrogène, de manière que chacun des deux noyaux soit alternativement benzénique et quinonique, comme le montre le schéma :



Cette théorie met en évidence l'importance de la substitution en para. On ne saurait en effet expliquer de la même manière un tel approfondissement de la couleur si le groupe aminé était introduit dans le deuxième noyau en méta par rapport au carbone méthanique.

Willstætter explique d'une manière analogue la coloration d'un grand nombre de corps. Il montre que beaucoup d'entre eux sont des combinaisons de quinones avec leurs produits de réduction, c'est-à-dire sont des quinhydrones ou, pour employer son expression, des mériquinoïdes. Nous pouvons comme il suit schématiser cette oscillation :



Au groupe des colorants mériquinoïdes appartiennent ceux de Piccard, qui proviennent de la combinaison d'une molécule de tétraphénylbenzidine avec une molécule de la diquinonediimide correspondante. Dans ces molécules très complexes, une bande d'absorption a déjà traversé le spectre visible en entier; mais, à cause de la symétrie de la molécule, dit l'auteur, cette bande est suffisamment étroite pour ne pas laisser de queue derrière elle. Une seconde bande d'absorption pénétrant par l'extrémite violette du spectre peut donner à nouveau une coloration jaune très pure à la molécule. La coloration, peu profonde en apparence, de ces composés à poids moléculaire très élevé est dite de second ordre. Ces colorants répondent à des formules compliquées qui contiennent douze noyaux quinoniques ou benzéniques.

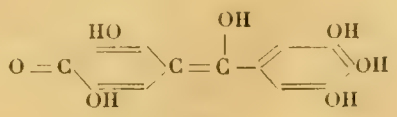
Il est intéressant de remarquer que l'auteur énonce une relation entre la pureté de la coloration et la symétrie de la molécule.

IX. — Règle de Watson

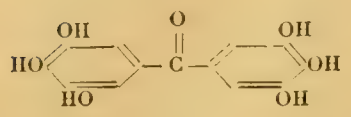
Cette règle est un complément à la théorie de l'oscillation.

Quand il y a oscillation des atomes, il y a tautomérie et, d'après Watson, la coloration d'une molécule est particulièrement profonde quand toutes les formes desmotropes sous lesquelles elle peut se présenter ont une structure quinonique. La comparaison de l'hexaoxybenzophénone jaune avec le bleu d'anthracène de constitution assez voisine peut servir d'exemple. On peut concevoir en effet deux formes du premier

corps, l'une quinonique (I) et l'autre non quinonique (II) :

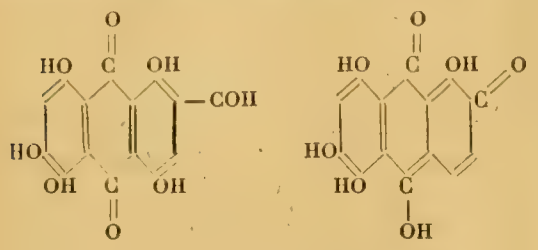


(I)



(II)

Au contraire, le bleu d'anthracène ne peut se représenter que par des formules quinoniques. Nous écrirons deux d'entre elles :



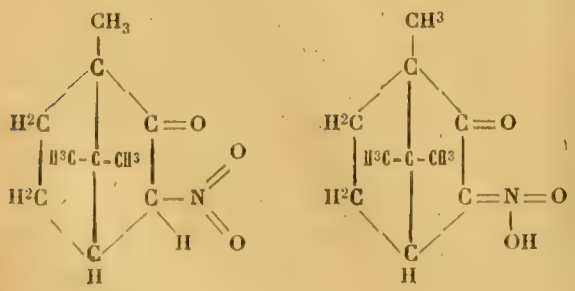
X. — Règle de Baly et Desch

Ces règles nous acheminent vers l'idée que les phénomènes de coloration des corps organiques doivent être liés aux phénomènes de tautomérie. C'est ce que Baly et Desch ont énoncé depuis plus de quinze ans. L'examen dans l'ultraviolet des éthers β-cétoniques et des β-dicétones les a amenés à ces considérations.

Pour ces auteurs, ni la forme cétonique ni la forme énolique des corps considérés ne donne lieu à une absorption dans l'ultraviolet, mais seuls les corps susceptibles d'exister sous les deux formes desmotropes en équilibre d'isomérie dynamique produisent une absorption :

$R-CO-CH^2-CO^2R'$	$R-COH=CH-CO^2R'$
Forme cétonique	Forme énolique

Une objection très nette a été faite à cette théorie. Le nitro-camphre est susceptible d'exister sous deux formes : la forme nitrocamphre et la forme isonitrocamphre :

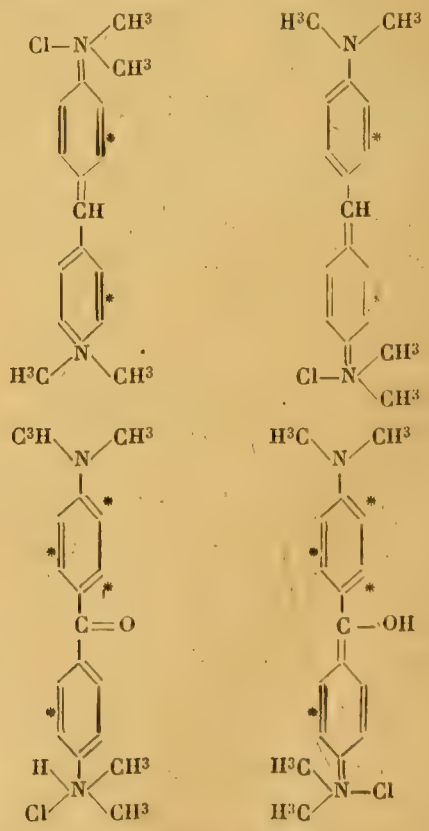


Or ces deux formes ont des pouvoirs rotatoires différents.

Quand elles sont en état d'équilibre d'isomérie dynamique, on peut donc doser très exactement les quantités de chaque forme desmotrope en équilibre. Des variations dans les conditions de température et de milieu entraînent des variations dans leur rapport. On a étudié l'absorption correspondante et on l'a trouvée nulle. Cette règle avait donc besoin d'être complétée ou modifiée.

XI. — Règle de Watson et Meek

Ces savants ont fait une remarque intéressante au sujet de la règle précédente. Ils considèrent en milieu acide l'hydrol et la cétone de Michler. Tous deux peuvent exister sous deux formes tautomères. Ces deux formes exigent pour se transformer l'une dans l'autre un renversement de tout un système de doubles liaisons conjuguées : une double liaison prend la place d'une simple et inversement. Or, par l'examen des formules, on peut se rendre compte que cinq doubles liaisons sont déplacées dans l'hydrol et trois seulement dans la cétone (les doubles liaisons marquées d'astérisques restent fixes) :



Ce rapport 5/3 est, chose curieuse, à peu près égal au rapport des longueurs d'onde des radiations principales absorbées par ces corps ; ce

rapport est exactement 6100/3680. Il y a plus qu'une simple coïncidence, puisque le fait a pu être mis en évidence sur sept groupes de deux corps. Nous voyons donc que les radiations absorbées ont une longueur d'onde sensiblement proportionnelle à la longueur de la chaîne de doubles liaisons renversées pendant la transformation tautomérique.

La radiation principale absorbée par l'hydrol de Michler a, comme nous l'avons vu, une longueur d'onde voisine de $0^{\mu},6$; les éthers β-cétoniques doivent donc absorber une radiation dont la longueur d'onde est environ les 2/5 de celle de l'hydrol de Michler, car il n'y a plus ici qu'un système de deux doubles liaisons conjuguées renversé au lieu d'un système de cinq. En fait, ces corps absorbent des radiations de longueur d'onde voisine de $0^{\mu},25$. Un calcul analogue fait pour le nitrocamphre, équilibre dans lequel il n'y a qu'une double liaison renversée, donne $0^{\mu},12$. Or cette radiation est en dehors du champ observable avec les spectrographes en quartz dont on dispose ordinairement. Ce calcul réfuterait donc l'objection faite à la règle de Baly et Desch.

XII. — Règle de Stewart et Baly

Mais un grand nombre de corps colorés ne sont pas susceptibles d'exister sous deux formes tautomères. Pour ces corps, on imagine des formules qui diffèrent non par l'arrangement des atomes, mais par celui des liaisons qui unissent ces atomes. La bande d'absorption du diacétyle s'explique par un équilibre de ce corps entre les deux formes :

Nous sommes ici en présence d'un phénomène de tautomérie spéciale, que les auteurs désignent sous le nom d'*isorropèse*. Ainsi s'explique l'existence des différentes bandes de la quinone, qui peut donner lieu à plusieurs phénomènes d'isorropèse. Pour les auteurs, cette nouvelle théorie est préférable à l'ancienne de Baly et Desch, car elle permet d'admettre une isorropèse dans les corps solides colorés, la conception d'une tautomérie dans les cristaux paraissant plus invraisemblable.

XIII. — Conclusion

En somme, on voit d'après ce qui précède que l'on a surtout cherché à pouvoir déterminer si un corps est coloré ou non ou quelle est sa couleur, mais qu'on s'est peu préoccupé de déterminer quelle est l'intensité de la coloration. Autrement dit, on a cherché à élucider les problèmes relatifs aux chromophores, aux bathochromes et aux hypsochromes, plutôt qu'aux auxochromes considérés seulement pour leur effet sur le coefficient d'absorption. Ceci tient naturellement à ce que les spectrophotomètres sont encore peu répandus dans les laboratoires de Chimie.

D'autre part, la pureté de la coloration ou la largeur de la bande d'absorption n'a pas donné lieu à beaucoup de travaux spéciaux, quoique l'expérimentation soit plus aisée. Une des seules idées émises est qu'une couleur est d'autant plus pure que la molécule colorée est plus symétrique.

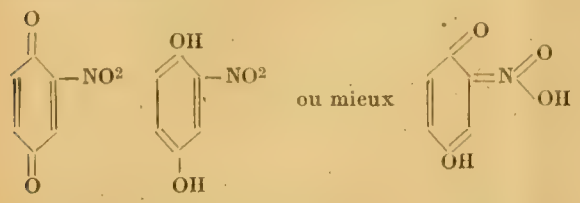
En résumé, quelques cas particuliers mis à part (nitrosobutane tertiaire, diméthylcétène, etc.), on a trouvé une relation assez générale entre la constitution des corps organiques et leur coloration. Pour qu'un corps soit coloré, un certain groupement est nécessaire : c'est le chromophore; un autre est utile : c'est l'auxochrome. Le chromophore est un groupement non saturé qui renferme le plus grand nombre possible de doubles liaisons conjuguées surtout en position croisée. Il est capable d'isorropèse. L'auxochrome est un groupement qui possède un hydrogène mobile susceptible de transformer en tautomérie l'isorropèse du chromophore. Mais tout groupe qui possède un hydrogène mobile n'est pas pour autant capable d'opérer cette transformation. Considérons en effet le nitrobenzène, qui est un chromogène. L'introduction dans la molécule d'un oxhydryle, en para par rapport au groupe nitré, donne un colorant, le paranitrophénol, susceptible d'exister sous deux formes tautomères. Au contraire, l'introduction dans la même position d'un carboxyle, qui possède aussi un hydrogène mobile, donne un corps non susceptible de tautomérie. La coloration n'est pas accrue.

Nitrophénol

Le groupe OH se comporte donc comme un auxochrome. Le carboxyle n'en est pas un ; c'est un simple groupe salifiable.

Mais un corps n'a une coloration intense et profonde que s'il contient à la fois des chromophores et des auxochromes. Ces derniers groupes peuvent avoir aussi, comme nous l'avons dit, une action bathochrome. Si donc, dans un corps coloré qui ne renferme que des chromophores, on

transforme l'un d'eux en auxochrome (par exemple par réduction), il apparaît une coloration plus intense et plus profonde. Cette remarque constitue la règle de Scholl, déduite de l'étude des colorants anthraquinoniques pour cuve. Un exemple simple est celui de la transformation de la nitroquinone jaune en nitrohydroquinone rouge intense :



Mais nous sommes encore bien loin d'avoir exprimé ces règles sous une forme mathématique qui permette de calculer la position et la forme de la bande d'absorption d'après la structure moléculaire, comme on calcule par exemple l'indice de réfraction.

S'il y a un rapport entre la tautomérie et la coloration, il faut pourtant se garder de voir dans ces deux phénomènes une relation de cause à effet et considérer le déplacement des atomes comme le mouvement oscillatoire qui produirait l'absorption.

Nous connaissons d'ailleurs peu de choses sur le mécanisme de l'absorption et nous signalerons seulement quelques hypothèses émises : l'une, par Campbell et beaucoup d'autres, admet que l'électron et plus particulièrement l'électron de valence est le vibrateur ; dans une autre, énoncée par Baly, les radiations absorbées dans le spectre visible et ultra-violet sont considérées comme les harmoniques de celles absorbées dans l'infra-rouge.

J. Martinet,
Docteur ès sciences.

L'INVASION DES POUX AUX ARMÉES EN CAMPAGNE PENDANT LA GUERRE DE 1914-1918

DEUXIÈME PARTIE : MOYENS DE DESTRUCTION DES PARASITES[1]

La lutte hygiénique contre les parasites doit étroitement s'inspirer d'une connaissance précise de la biologie de l'animal auquel on s'attaque et des conditions spéciales qui, dans chaque cas particulier, ont présidé à sa pullulation. Quand il s'agissait des rats, nous avons vu combien cette notion expliquait à la fois leur pullulation excessive dans certains cas, et réglait la conduite à tenir quand on veut les détruire. Bien entendu, il n'en saurait être autrement quand on a à s'occuper des poux et toutes les données biologiques qui ont été énumérées déjà nous serviront de directives.

I. — Causes de la pullulation des poux aux armées

Pourquoi la pullulation du pou fut-elle aussi extraordinairement abondante en 1914 ; quelles furent les conditions favorisantes de cette invasion ?

Nous n'en sommes plus au temps où l'on croyait à la génération spontanée, et, si les poux se multiplièrent aux armées, c'est qu'ils y furent importés.

Ils y furent importés quand on incorpora, au milieu des autres mobilisés, tous ces infra-sociaux, qui, nous l'avons vu plus haut, sont, en temps de paix, porteurs habituels de cette vermine. On n'eut pas le temps de les nettoyer suffisamment au préalable, lorsqu'on les habilla dans les dépôts et qu'ils partirent rapidement vers le front. Mais, pourra-t-on dire, il est difficile, lorsque tous ont revêtu l'uniforme, de reconnaître dans la troupe quels sont les infra-sociaux, les pouilleux impénitents. Chose bien particulière, un psychiatre n'est alors guère embarrassé pour répondre. Nombre de fois l'enquête que j'ai faite à ce sujet dans mes courses aux tranchées a fourni un résultat identique : Au régiment, même quand les conditions de vie sont redevenues favorables, presque normales, il y a des sujets qui échappent aux mesures d'hygiène et de propreté prescrites. Ce sont ceux-là qui continuent à être porteurs de parasites. Le porteur de poux est presque toujours un débile intellectuel, et la réponse qu'on me faisait, au cours de mes enquêtes, était absolument stéréotypée : « Nous avons là deux ou trois pauvres idiots, absolument indécrottables ; on ne peut obtenir d'eux ni qu'ils se lavent ni qu'ils changent de linge, et même, quand on les

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sciences* du 30 mai 1919, t. XXX, p. 308, et suiv.

a soumis à un épouillage soigneux, quinze jours plus tard ils sont à nouveau couverts de vermine! » Nul doute à ce sujet, et c'est une nouvelle tare militaire à ajouter au compte des débiles intellectuels. Incapables de rendre aucun service en temps de guerre, dangereux aux tranchées à tel point que, dans diverses unités, j'en ai vu auxquels on enlevait leur fusil pour qu'ils ne fussent pas trop redoutables à leurs voisins immédiats, ces débiles sont des propagateurs chroniques de poux. Ils seraient, le cas échéant, des propagateurs de typhus.

§ 1. — Tolérance aux parasites

Ces pouilleux impénitents sont porteurs de poux parce qu'ils sont *porteurs indifférents*, c'est-à-dire que leur nonchalance intellectuelle, leur état psychique rudimentaire ou anormal, leur permettent de tolérer la présence d'innombrables parasites sans réellement en ressentir les piqûres, sans en rechercher la cause, sans la comprendre ou sans s'en inquiéter. Il y a en effet des sujets qui sont, à l'égard des insectes, d'une incroyable tolérance. J'en appellerai, par exemple, au témoignage de tous ceux qui ont voyagé en Algérie. Ils ont vu là des enfants indigènes dont le visage était couvert de mouches; elles sont là cinquante ou cent qui, sur leurs joues, autour de leurs paupières, pompent le pus de la conjonctivite chronique; jamais l'enfant ne fera un geste pour écarter cet amas de mouches dont une seule suffirait, chez un européen, à provoquer un état d'énervement et de fureur. Entre de nombreux cas analogues en ce qui concerne les poux, je citerai simplement celui-ci : Au service des détenus de l'Hôpital Sédillot à Nancy, où chaque cellule, par suite de l'encombrement, comportait deux lits, un détenu, à la visite du matin, se plaint d'avoir passé toute sa nuit à se gratter. La cause en est bientôt trouvée, lorsque je découvre dans la chemise de ce malade quelques poux. C'était un sujet très cultivé et propre qui pouvait me certifier n'avoir pas eu de poux depuis longtemps. Ce malade était entré la veille même à l'hôpital. D'où venaient alors ces parasites? J'examine donc l'autre habitant de la cellule, vieux trimardeur, léger débile, qui était déjà hospitalisé là depuis longtemps. Je constate dans sa chemise la présence de centaines de poux. Il m'a affirmé qu'il ne s'en doutait pas, que jamais ces parasites ne l'avaient gêné.

Des cas de même genre, j'en ai vu de nombreux exemples, et ce qui est vrai pour les poux du corps l'est tout aussi bien pour le pou du pubis. Nombre de fois il m'est arrivé de voir certains malades amplement parasités, et assurément depuis longtemps, par cette espèce de *Pediculus;* ils m'ont affirmé ne s'en être jamais douté et leur bonne foi paraissait entière.

Faisant un rapprochement avec une notion qui domine peut-être trop à l'heure actuelle l'épidémiologie contemporaine, on pourrait dire que, si ce ne sont pas des « *porteurs sains* », il est logique de les cataloguer tout au moins comme « *porteurs indifférents, porteurs négligents* ». Cela va d'ailleurs fort bien avec leur état intellectuel; l'un explique l'autre.

Je ne voudrais pas dire assurément que le lot des infra-sociaux soit exclusivement composé de débiles; il renferme beaucoup d'instables, et ceux-là aussi sont très souvent négligents des soins les plus élémentaires de propreté. J'ai eu plusieurs fois occasion de le remarquer, à propos d'expertises disciplinaires pratiquées sur des infra-sociaux, sur des inadaptables appartenant parfois à d'excellentes familles qui les avaient fait engager pour s'en débarrasser; ces inadaptables sont souvent d'une répugnante malpropreté.

Ces notions expliquent que les poux soient toujours abondants sur la population des prisons civiles et militaires. Quand on désire faire des expériences sur ces parasites, on trouvera toujours à se fournir à souhait d'innombrables échantillons de poux en allant en demander à la prison la plus voisine.

Si, d'ordinaire, l'agent de dissémination des poux dans les diverses unités est un soldat, porteur indifférent, coutumier de ce parasitisme, il serait injuste de ne pas incriminer aussi parfois la contagion par l'habitant chez lequel le soldat est cantonné au repos. Dans les villages voisins des lignes, le cantonnement est resserré. On use des moindres recoins, des habitations même les plus misérables, et dans celles-ci les contaminations sont aisées.

§ 2. — Etat réfractaire

A côté des porteurs indifférents et faisant opposition avec ceux-ci, il m'a paru exister réellement de véritables états réfractaires aux poux. Certains individus, je parle de sujets soigneux, très attentifs à leur propreté corporelle, peuvent séjourner dans un milieu infesté par les poux, coucher dans un cantonnement où ils pullullent sans jamais cependant être infestés par eux. Ces cas, pour n'être pas très nombreux, m'ont cependant paru bien réels, car le fait m'a été répété par divers officiers, par plusieurs médecins qui n'avaient certainement pas pu se suggestionner entre eux sur un même point; ils n'avaient jamais eu occasion de se rencontrer et mes questions

sur ce sujet étaient assez discrètes pour ne pas pouvoir orienter les réponses.

La cause de cet état réfractaire reste tout entière à élucider.

Dans ces grandes agglomérations denses des armées en campagne, la contamination par les poux est facile, parce que le pou du corps est migrateur nocturne, et que, très agile, comme nous l'avons vu, il passe facilement à un voisin de cagna ou de baraque, car il est toujours à la recherche d'un nouvel homme encore peu parasité, sur lequel il trouvera plus aisément pâture, logement pour ses œufs, avec une moindre concurrence vitale.

Au lieu de nous demander pourquoi, à certaines époques, toute la population de l'Europe fut envahie par les poux, pourquoi certaines peuplades non civilisées en sont encore infestées, pourquoi les armées en campagne ont tant à en souffrir, il vaut mieux et il est plus simple de rechercher celles des habitudes hygiéniques banales de la vie courante auxquelles on doit que certaines classes de la société actuelle ne contractent jamais de poux, n'ont pas même besoin de s'en préoccuper, ni de prendre jamais de précautions spéciales contre ce parasite. Actuellement même, dans les classes aisées, il arrive encore parfois, rarement il est vrai, que des enfants jeunes surtout, et quelquefois des vieillards, contractent des poux de tête. On peut par contre établir en principe que jamais, dans la population aisée, on ne rencontre de poux du corps. Peut-être pourrait-on penser que les contacts nocturnes des gens riches sont relativement rares avec les infra-sociaux, porteurs de poux. Ce serait se faire illusion que d'attribuer grosse valeur à cet argument : la diffusion de la gale, imputable aussi à la contagion, à une promiscuité spéciale, surtout nocturne, est là pour prouver qu'il y a des fissures dans cette muraille de préjugés et de conventions élevée, pendant la nuit, entre les diverses castes sociales.

Si l'on veut connaître les causes réelles de l'immunité aux poux dans les classes supérieures, il faut faire un parallèle entre les habitudes de celles-ci et les faits spéciaux qui nous ont été appris sur la biologie du parasite.

II. — Précautions hygiéniques banales qui empêchent la pullulation du pou du corps

L'influence du bain ne peut guère être mise en avant. Si, en moyenne, notre génération se baigne un peu plus souvent qu'on ne le faisait au XVIIe siècle, le bain reste encore pour nombre de gens un luxe si peu courant, qu'il ne saurait guère troubler la vie, la multiplication d'un parasite se reproduisant aussi vite que le pou du corps.

Deux causes véritables doivent être invoquées et il faut en préciser avec grand soin la valeur fondamentale, car les habitudes, à ce point de vue, sont devenues si traditionnelles qu'on n'y prête plus même la moindre attention. C'est d'une part la coutume de porter, sur le corps, du linge qu'on nettoie souvent, et, d'autre part, l'habitude de quitter ses vêtements pendant la nuit [1].

L'usage de porter, au contact de la peau, le linge qui en recueille la saleté, a forcément conduit à laver ce linge, et on peut dire qu'actuellement, rares sont les individus qui se soustraient à l'obligation de changer leur linge de corps au moins tous les huit jours. Or, se dépouiller de sa chemise au moins tous les huit jours, c'est se débarrasser du même coup de tous les parasites qui vivent accrochés dans celle-ci. Nous savons, en effet, que le pou ne descend sur la peau qu'au moment de ses repas, quand le sujet est immobile. Tout le reste du temps le pou vit accroché au tissu de la chemise et il part à la lessive avec celle-ci.

L'habitude de retirer ses vêtements pour se coucher est absolument néfaste à la pullulation du pou. Les tableaux de Nuttall reproduits plus haut ont montré que l'œuf du pou éclôt rapidement, presque infailliblement en six jours quand il est maintenu d'une façon constante à la température du corps humain, des vêtements de l'homme (30°-32°); qu'au contraire l'éclosion est extrêmement retardée et même très compromise quand l'œuf subit des alternatives qui, par périodes de douze heures, le font successivement passer par la température du corps humain, puis par celle de 10°-15° qui est celle de nos appartements.

Soumis à ces causes destructives qui accumulent leurs effets, qui s'attaquent à tous les stades de son existence, le pou, en somme, parasite très fragile, très exigeant dans ses conditions de vie, ne peut absolument ni vivre ni se reproduire sur l'homme civilisé actuel qui se soumet aux habitudes de propreté réputées les plus banales.

Pourquoi les peuplades sauvages, pourquoi les Anciens, pourquoi les gens du Moyen Age, sont ou étaient infestés de poux, la chose devient claire : c'est que ceux-là ne se sont pas astreints à changer de linge ou qu'ils n'en avaient pas, et aussi qu'ils couchaient tout habillés.

1. Nous sommes bien loin du temps où le linge était si rare que voir figurer deux chemises de toile dans le trousseau d'une reine de France semblait aux chroniqueurs l'indice d'un luxe qui méritait d'être relaté, signalé à l'admiration des générations suivantes.

Pourquoi les infra-sociaux, les vagabonds de nos pays vivent avec des poux et en entretiennent la semence parmi nous, c'est parce qu'ils ne quittent leurs haillons qu'au moment où ceux-ci tombent en lambeaux, et que le luxe d'une lessive leur paraît une complication bien inutile dans l'existence. Ceux-là aussi couchent tout habillés.

Dans les contrées où l'on rencontre encore des sauvages qui vivent complètement et toujours nus, le pou du corps est inconnu (de Puyberneau). Sous l'influence combinée des mercantis et des missionnaires, le nombre des sauvages complètement nus tend à diminuer. Le plus souvent, lorsque ces sauvages arrivent à se procurer un lambeau d'étoffe, c'est pour ne jamais le laver et bientôt ce haillon crasseux donne asile à des poux. Notons d'ailleurs qu'une coutume centre-africaine tend à défendre les indigènes contre la vermine : presque tous ont l'habitude de s'enduire le corps d'huile.

III. — Causes qui favorisent la pullulation du pou parmi les armées en campagne

Faut-il s'étonner alors, aux armées en campagne, que les poux se soient tant multipliés? Evidemment non puisque, dès les premiers jours de la guerre, les troupes ont été mises dans l'impossibilité soit de laver leur linge, soit de se déshabiller la nuit. Que nos soldats n'aient pas pu se déshabiller la nuit, la chose est incontestable, puisque le soldat en campagne n'a qu'une collection d'effets, et qu'il ne couche pour ainsi dire jamais dans un lit. Si par hasard il a le bonheur d'en trouver un, c'est pour y dormir tout habillé.

Quant à la difficulté rencontrée par les soldats pour laver leur linge, ceux qui n'ont pas vécu dans les conditions de la troupe ne peuvent se l'imaginer et il est nécessaire de donner à ce sujet des précisions sommaires.

Un officier chimiste d'une armée avait commencé la campagne comme brigadier d'artillerie, et il me racontait qu'en 1914 il resta près de trois mois sans pouvoir changer de chemise. La température de l'été lui permettait de temps en temps, ainsi qu'à ses camarades, de profiter de quelques rares répits pour savonner quelque peu le col et les poignets de sa chemise quand ceux-ci devenaient trop râpeux, trop empesés par la crasse. J'ai recueilli nombre de témoignages analogues, tous fournis par des sujets qui, habitués chez eux à une propreté presque méticuleuse, avaient fait tous leurs efforts pour se nettoyer lorsqu'ils le pouvaient. Que penser alors de l'état de malpropreté de certains soldats, quand ceux-ci, de nature, étaient négligents.

Ajoutez à cela l'ignorance dans laquelle certains soldats peuvent être au sujet des procédés de nettoyage. J'en ai trouvé un piquant exemple dans les mémoires du général du Barrail. Celui-ci raconte que, jeune engagé volontaire en Afrique, il essaya un jour de rendre à sa chemise sa blancheur primitive en la rinçant à plusieurs reprises dans un ruisseau voisin du campement. Il fut, raconte-t-il lui-même, fort étonné d'apprendre que les résultats plutôt médiocres auxquels il était arrivé tenaient à ce qu'il n'avait pas songé à la savonner. Le secret de cette recette de ménage lui était totalement inconnu.

Il ne faudrait pas croire que les premiers mois de la campagne aient eu le privilège d'être ceux pendant lesquels le blanchissage du linge fut impossible. Pendant toute la durée de la guerre, il en fut souvent ainsi ; c'étaient par exemple des troupes qui, prises dans une attaque comme celle de Verdun, ou toute autre des grandes batailles de la guerre, restaient des semaines aux prises avec l'ennemi. C'étaient encore des troupes qui, postées à titre de demi-repos dans des secteurs calmes, restaient aux lignes pendant un mois, un mois et demi sans être relevées, et dans bien des secteurs, l'eau était si rare qu'à grand'peine pouvait-on s'en procurer pour la boisson et pour la cuisine. Dans ces conditions, laver son linge, il n'y fallait pas songer. Et alors, parmi ces troupes, s'il se trouvait quelques porteurs chroniques de poux, ils avaient tôt fait de contaminer à nouveau tous leurs camarades qui offraient à la multiplication des parasites un terrain d'élevage illimité où la concurrence vitale entre les poux ne restreignait pas la progéniture de ceux-ci.

Le troupier français en campagne a deux chemises. Quand il a de l'eau à sa disposition, il lui est encore possible d'en laver une, mais quand il gèle, quand il pleut, quand on change souvent de cantonnement, la difficulté n'est pas de laver la chemise, la difficulté insurmontable, c'est de la faire sécher.

IV. — Les moyens de défense contre les poux Procédés divers qui ont été préconisés Leurs résultats

De très nombreux systèmes, des appareils très divers ont été inventés et recommandés pour mener la lutte contre les poux. Beaucoup d'entre eux ont été essayés, même appliqués en grand aux armées en campagne depuis 1914.

Un grand travail récapitulatif sur ces questions a été fait par Nuttall et Hindle[1]. Ces

1. Nuttall et Hindle : Moyens de lutte contre les poux. *Parasitology*, mai 1918, n° 4, p. 411.

auteurs y ont accumulé, condensé les renseignement fournis par tous ceux qui se sont occupés de ces questions, et leur travail comporte, sous une forme pratique, le résumé de 474 protocoles et références d'expérimentation.

Après avoir rappelé que la préservation contre les poux comporte une œuvre d'éducation sociale à entreprendre dès l'école, et qu'il reste encore beaucoup à faire pour l'enseignement courant de la propreté dans les masses, ils résument ainsi les données expérimentales exactes sur la résistance du pou aux agents destructeurs :

La chaleur sèche agissant sur les œufs détruit ceux-ci quand la température est maintenue à 55° pendant 10 minutes, ou à 60° pendant 5 minutes.

Agissant sur l'insecte adulte, la chaleur sèche le tue sensiblement dans les mêmes conditions. L'adulte périt après passage à 50°-56° (Heymann) ou à 65° pendant 15 minutes ; mais, en pratique, en raison de la difficulté de faire agir la chaleur sèche en tous les points des vêtements, fourrures, etc., entassés dans l'étuve, la plupart des auteurs recommandent, avec une température de 60°, de prolonger l'étuvage pendant 60 minutes, ou si l'on veut limiter l'opération à une demi-heure de porter la température à 100°-110°.

L'eau chaude détruit les œufs quand une température de 50° agit pendant 25 minutes. A 50°, l'eau chaude tue l'insecte adulte en 30 minutes. Pour nettoyer le linge et le débarrasser de ses parasites, on recommande l'eau à 100° pendant 10-15 minutes.

La vapeur d'eau sous pression agit bien, à condition que la durée d'exposition soit maintenue pendant 25 minutes.

Le très gros inconvénient d'employer l'eau chaude ou la vapeur d'eau quand il s'agit de la désinsectisation des vêtements pour des centaines de mille hommes, c'est le temps très long qui est nécessaire pour pratiquer un étuvage dans un appareil dont la capacité est forcément très limitée ; ensuite, il faut assurer le séchage des vêtements, du linge, et c'est là un des gros écueils de la méthode.

Aussi les efforts des chercheurs se sont-ils dirigés du côté des corps qui pourraient avoir une action insecticide rapide, pour ainsi dire spécifique, en choisissant des substances qui ne soient pas mouillantes, dont l'évaporation à l'air soit presque immédiate. La faveur des expérimentateurs s'est surtout portée soit sur l'anisol, soit sur la benzine. Après un premier engouement pour ces parasiticides, une étude attentive de leurs propriétés a montré que les résultats annoncés tout d'abord étaient moins parfaits qu'on ne l'avait dit. Ainsi, par immersion dans l'anisol, les poux adultes sont tués seulement au bout de deux heures (Swellengrebel). Dans la benzine, des nids d'œufs de poux survivent après une immersion prolongée jusqu'à 25 minutes.

On a essayé également l'éther et le xylol, mais sans résultats meilleurs. L'expérimentation faite avec les vapeurs de l'anisol et de la benzine n'a guère donné de résultats plus satisfaisants. Dans les vapeurs d'anisol, les poux adultes ne succombent qu'après 45 minutes, tandis que les œufs donnent encore un nombre important de survivants après trois heures d'exposition. Dans les vapeurs de benzine, les œufs ont résisté trois heures. Les adultes ont été généralement tués après un quart d'heure.

Ces diverses substances et d'autres analogues qui ont été essayées devraient réunir bien des qualités pour arriver à être d'un emploi pratique : il faudrait qu'elles soient d'un prix peu élevé, d'une évaporation rapide à l'air, non inflammables, non toxiques pour l'homme. Il faut avouer que l'insecticide idéal répondant à tous ces desiderata n'a pas encore été trouvé. Aussi doit-on peu s'étonner de ce que les résultats pratiques de désinsectisation aient été, en somme, bien peu satisfaisants.

Une série de corps se sont montrés tout particulièrement actifs contre les poux et leurs œufs : ce sont les huiles. L'huile agit mécaniquement sur les poux, comme d'ailleurs sur presque tous les insectes, probablement en les asphyxiant, sans doute par obstruction mécanique de leurs pores respiratoires. Cette action est aussi nette et rapide sur les œufs que sur l'insecte adulte. Malheureusement, les huiles ne peuvent pas être employées comme parasiticides, en raison de leur évaporation pratiquement nulle.

La conclusion de tout ceci, c'est que, comme en beaucoup d'autres questions, la prophylaxie l'emporte immensément sur la thérapeutique. Des mesures très simples garantissent absolument contre les poux ceux qui veulent s'y astreindre. Si, au contraire, on prétend se soustraire aux mesures de propreté indispensables, nul procédé de désinfection ne produira rien, et encore ici il en est tout juste de même que pour les rats : *Si vous ne les élevez pas, vous n'aurez pas à les détruire.* Avoir la prétention de faire d'un côté tout le nécessaire pour élever les poux, pour les multiplier indéfiniment, puis ensuite essayer de les détruire, c'est rouler le rocher de Sisyphe. Devant cette besogne, nulle puissance humaine ne saurait réussir. Aux armées, on a

réellement fait des efforts de désinfection et de désinsectisation. Il y a eu, d'autre part, quelques résultats obtenus, puisqu'à la fin de la campagne il y a eu en général moins de poux qu'au commencement; mais ce serait, je crois, se faire bien illusion que d'attribuer ce résultat aux mesures directes de destruction prises contre ce parasite. Si, peu à peu, les poux diminuèrent, il semble qu'on doive en attribuer la cause à ce que la propreté générale de la troupe fut peu à peu mieux assurée qu'au début de la campagne.

Quand, par exemple, le soldat revenait en permission de détente dans l'intérieur, ce séjour, au lieu de disséminer là les poux qu'il y rapportait, avait en général pour résultat de détruire bientôt ceux dont il était lui-même porteur. Replacé en effet dans des conditions normales de vie, il changeait de linge, se déshabillait la nuit, et par conséquent, il était bientôt débarrassé de sa vermine.

Les appareils envoyés aux armées y restèrent souvent sans emploi.

D'ailleurs le système qui consiste à employer l'étuve contre les parasites est, ainsi que je l'ai dit, un de ces procédés omnibus qui, applicables à tout, ne conviennent exactement qu'à fort peu de cas. J'ai vu, surtout au début de la campagne, des soldats dont on avait soumis le fourniment complet à une désinfection par passage à l'étuve Geneste et Herscher, sous la conduite de mécaniciens peu exercés. Du passage à l'étuve sortaient des vêtements si fripés, si déformés que les hommes semblaient vêtus de haillons, et qu'il fallut souvent renvoyer sur l'arrière, pour y être rééquipés, ces malheureuses victimes des services hygiéniques. Puis une étuve Geneste et Herscher est, au point de vue de la désinfection, un instrument à débit très limité; le temps nécessaire pour une seule fournée de désinfection, le nombre infime de paquetages que contient l'étuve, la quantité nécessaire de combustible, l'eau relativement propre indispensable à l'alimentation de la chaudière, tout cela rend l'action de l'étuve sous pression absolument illusoire quand il s'agit de débarrasser de leurs parasites les innombrables multitudes d'hommes qui constituent les armées modernes. Cela d'autant plus que, pour être efficace, la désinsectisation doit être simultanée sur de très grandes unités Si la mesure est appliquée par petits paquets, en faisant le tour d'une compagnie ou d'un régiment, le mal se reproduit aussitôt, la contamination se faisant à nouveau de ceux qui n'ont pas encore été nettoyés à ceux qui viennent de l'être.

L'inefficacité des mesures hygiéniques prises fut encore d'autant plus complète qu'en vertu d'une conception théorique certainement erronée on crut indispensable de faire passer simultanément les pouilleux par le bain en même temps que par la désinfection de leurs vêtements. Il eût fallu des installations formidables pour permettre simultanément de donner à l'homme un bain ou une douche, tandis que, pendant le même temps, tout son paquetage aurait dû être désinfecté à l'étuve. C'était donc compliquer la question au point de la rendre pratiquement insoluble; puis, en supposant que le pouilleux ait conservé quelques parasites en entrant dans le bain, il risquait d'en sortir en les conservant tout aussi vivants, puisque l'insecte résiste près de quinze minutes à 50°, température que le patient ne supporterait pas pendant une minute.

Cela ne veut pas dire qu'il soit inutile de fournir des bains aux troupes en campagne. Elles en ont assurément besoin, mais le bain n'est nullement une mesure d'épouillage. Souvent, j'en ai fait l'expérience : Recevant habituellement dans un service de détenus des sujets couverts de poux, il suffisait, dans le couloir d'entrée, de les dévêtir complètement, de les mettre rigoureusement nus à un bout du couloir. Une dizaine de pas plus loin, l'entrant trouvait son paquet d'effets d'hôpital. Ce simple déshabillage les privait complètement de leur vermine. Au passage entre les deux points terminus de cette opération, l'examen rapide par un infirmier exercé permettait de découvrir parfois un ou deux poux restés accrochés à un poil du corps ou à une surface rugueuse et l'épouillage était complet.

Compliquer l'épouillage par la question des bains, c'était montrer d'une façon péremptoire qu'on agissait sans avoir tenu le moindre compte de la biologie de l'insecte en cause. On avait utilisé simplement ces sortes de procédés neutres de désinfection qui, s'appliquant à tout, ne sont spécialisés à rien.

V. — Mesures de protection contre les poux

§ I. — Mesures individuelles

Le pou est une maladie des collectivités. Aussi ne faut-il pas bien s'étonner que les mesures individuelles, en collectivités contaminées, soient à peu près inopérantes. Les multiples procédés préconisés sont restés sans résultats : sachets d'anisol, sachet de feuilles de tabac, etc.

Le repassage des coutures des vêtements avec un fer chaud ou même avec une bouteille remplie d'eau chaude est un procédé individuel de nettoyage qui semble recommandable.

Dans un seul cas, les mesures individuelles

peuvent avoir une certaine valeur : c'est celui de quelques professionnels qui doivent assurer la désinsectisation d'autrui ; c'est le cas des médecins, officiers d'administration, et infirmiers qui, dans un hôpital réservé au traitement du typhus exanthématique, doivent recevoir ces malades à l'entrée et en opérer un épouillage minutieux. On a conseillé, toutes les fois que cela est faisable, d'employer là des sujets ayant déjà eu antérieurement le typhus, mais c'est une mesure qu'il est souvent impossible d'appliquer. Comme mesure de protection pour ces cas-là, il sera bon de prescrire à tout ce personnel le port de vêtements en tissu caoutchouté, en toile cirée, forme combinaison, étroitement fermés aux poignets et au cou ; ce vêtement devra être complété par des gants de caoutchouc et un passe-montagne ou bonnet également en caoutchouc, le tout laissant la moindre surface possible de contamination[1].

Tout ce personnel pourra, en outre, être astreint, matin et soir, à subir une onction huileuse de tout le tégument. L'onction huileuse pourra d'ailleurs être aussi une mesure prescrite pour tous les typhiques entrant à l'hôpital.

Ce procédé est peut-être peu plaisant, et il l'est cependant plus que celui que préconisait l'École de Salerne contre les puces :

« Des puces veux-tu fuir la visite importune ?
D'un procédé bizarre éprouve la fortune ;
De la fiente de porc introduite en ton lit
Garnis le vêtement préparé pour la nuit.
Ce soin, de l'ennemi précipitant la fuite,
En paisible sommeil change ta nuit maudite [2]. »

§ 2. — Mesures collectives

Contre les poux, les mesures ne peuvent être que collectives. Dans la vie civile, en temps de paix, la défense collective contre les pouilleux se faisait par isolement de caste. Quand, dans les collectivités, aux armées ou dans une population en temps d'épidémie de typhus, on voudra obtenir des résultats, il faut la collaboration complète, voulue, préméditée du public et de l'autorité. A l'autorité il appartient d'être renseignée sur les données du problème ; à elle incombe de faire connaître ces données au public, de l'en instruire, de les lui expliquer, puis, enfin, au besoin, de les lui imposer.

1. Peut-être voudra-t-on bien ne pas trop sourire à propos de cette tenue professionnelle de l'infirmier. Nous sommes à une époque à laquelle le chirurgien a adopté une tenue spéciale et à laquelle le tank est devenu le vêtement professionnel du fantassin-automobile.

2. Meaux Saint-Marc : Ecole de Salerne. Traduction en vers français ; IXe partie. Baillière, 1880.

Dans le milieu militaire, il faut souhaiter d'abord que l'hygiéniste militaire fasse, sur ces questions, sa propre éducation, qu'il soit complètement documenté à ce sujet pour provoquer l'application des mesures indispensables et pour ne demander que celles-là. C'est alors qu'il pourra entreprendre de faire l'éducation des officiers, ses collaborateurs obligés, puis, par eux, celle de la troupe.

L'hygiéniste militaire doit faire l'éducation hygiénique du milieu dans lequel il vit : *A tous*, officiers et soldats, il devra enseigner que le pou n'est pas seulement un parasite répugnant, mais que c'est un hôte dangereux et que, si une épidémie de typhus survenait, tous ceux qui portent des poux en seraient à peu près infailliblement victimes. Il faut apprendre au soldat que, s'il a des poux, et que s'il ne s'en débarrasse pas, c'est parce qu'il ne lave pas son linge, c'est parce qu'il ne quitte pas ses vêtements pour se coucher.

A tous, il faut enseigner que le pou vit dans le linge de corps et que, par conséquent, il est d'importance primordiale de faire régulièrement le change et le nettoyage de ce linge. A ce point de vue, l'hygiéniste doit encore dire que le simple rinçage à l'eau ne suffit pas, ni même le savonnage seul, le pou étant capable de résister plusieurs minutes dans l'eau ou dans l'eau savonneuse. C'est la lessive bouillante qui, seule efficace, est par conséquent nécessaire. C'est donc une opération collective qui s'impose, chaque troupier ne pouvant évidemment faire sa lessive personnelle. En outre, il faut savoir que le pouilleux, s'il veut se débarrasser de ses parasites, doit changer en même temps, d'un seul coup, *tout* son linge. S'il change celui-ci, au contraire, pièce par pièce, les parasites émigrent successivement du linge resté parasité sur le linge propre qui vient d'être mis, et alors le cycle continue indéfiniment, tout aussi bien que si l'on n'avait pris aucune précaution.

Au nettoyage[1] doivent en même temps passer, on pourrait même dire doivent surtout passer les flanelles et tous les objets portés directement sur la peau. On a signalé par exemple que le cordon de la plaque d'identité avait servi de refuge aux poux qui, de là, avaient ensuite ensemencé à nouveau complètement le porteur. Très couramment les flanelles, les lainages de dessous sont pris par les hommes au commencement de l'hiver et quittés seulement au printemps.

1. Il serait bien entendu inutile de rappeler à des ménagères que les tissus de flanelle ne doivent pas passer à la lessive. Il peut ne pas être superflu de l'indiquer, pour l'usage des soldats.

A l'officier, au commandement, l'hygiéniste enseignera qu'en campagne, la lutte contre les poux n'est pas surtout affaire du Service de santé, que c'est bien réellement affaire de commandement ; que celui-ci doit compter au nombre de ses prérogatives, mais aussi au nombre de ses obligations les plus strictes, le devoir d'assurer la propreté corporelle des hommes. L'exemple des Japonais à ce sujet peut nous démontrer que le commandement n'énerve pas la discipline en ayant l'air de s'abaisser à ces minuties, au contraire. Assurer cette propreté, c'est un devoir qui peut paraître bien terre à terre, bien secondaire, c'est pourtant préparer aussi parfois des résultats de grande envergure ; si, pour cause de malpropreté, le typhus s'introduit dans nos armées, on verra fondre rapidement nos effectifs, et l'armée qui, la première, est envahie, décimée par le typhus, s'expose sans résistance possible aux coups d'une armée ennemie, hygiéniquement mieux conduite.

Energiquement il faut lutter contre l'apathie, l'indifférence habituelles en milieu militaire, dans lequel on ne s'inquiète de la défense contre les parasites qu'au moment où ceux-ci, grâce à une malpropreté et à une incurie collectives invétérées, sont devenus intolérables par leur multitude. C'est la scène tant de fois vécue dans les casernes à propos des punaises.

Le service de *blanchisserie d'armée,* au lieu d'être laissé à l'initiative et à l'improvisation des commandants d'unités, devrait être minutieusement prévu dès le temps de paix. On a bien vu qu'au cours de la campagne, on avait dû officiellement construire des cuisines roulantes sur le modèle d'improvisations ingénieuses de soldats poussés par la nécessité. La blanchisserie ou régimentaire ou de brigade est tout aussi nécessaire. Le lavage du linge est affaire collective parce qu'il doit, pour être efficace contre les parasites, comporter une lessive (et non simple rinçage), puis un séchage immédiat, donc un séchage artificiel.

Quelques timides essais de blanchissage collectif ont été faits en cours de guerre. Laver le linge de l'homme tandis que celui-ci prend un bain est une opération à peu près irréalisable, surtout si on prétend y ajouter encore l'étuvage des effets. Cet ensemble d'opérations est toujours trop long et l'homme qui attend complètement nu risque, sous prétexte d'hygiène, des accidents graves de refroidissement. La voie à prendre est celle du changement collectif de linge, en ayant soin de faire la distribution par 3 ou 4 tailles appropriées à celle de l'homme lui-même.

Quand le typhus menace, le commandement doit envisager de très près les mesures destinées à combattre l'invasion par les poux. Toutes les fois que les circonstances militaires le permettent, le commandement devra par exemple régler le temps de séjour aux tranchées sur la possibilité de changer de linge dans les délais voulus. Toutes les fois que cela sera faisable, il faut exiger que les hommes se déshabillent pour se coucher. Trop souvent, en effet, les hommes se couchent tout habillés par simple négligence.

Enfin une mesure d'ensemble qui peut s'appliquer dans certains secteurs, c'est de faire alterner l'occupation, l'utilisation des abris en les laissant alternativement inoccupés par périodes de deux jours au moins. C'est, après un simple nettoyage, le moyen le plus pratique de désinsectisation de ces abris.

Comme nous l'avons précédemment fait à propos des rats, pour terminer cette étude par des formules pratiques, nous dirons :

L'homme est la mère-couveuse des nichées de poux. Il ne les mène à bien qu'avec des précautions involontaires et cependant minutieuses.

Il peut s'en dispenser.

C'est même son intérêt.

Et c'est facile.

Autres formules :

Le pou du corps ne vit que sur les individus qui ne changent pas de linge.

Ses œufs sont couvés par l'homme qui ne quitte pas ses vêtements pendant la nuit.

Tout homme qui évitera ces deux causes de multiplication des poux est assuré d'être, en quelques jours, débarrassé de tous les poux du corps qui gênent son sommeil et risquent de lui inoculer les maladies épidémiques les plus graves.

Dr P. Chavigny,
Médecin principal de 2e classe,
Professeur agrégé au Val-de-Grâce.

LA PISCICULTURE D'EAU DOUCE EN FRANCE

La diminution de notre cheptel pendant la guerre nous engage à rechercher les moyens d'utiliser toutes les richesses que possede notre pays, et d'en tirer un plus grand bénéfice. Dans cet ordre d'idées, comment devons-nous mettre en valeur nos étangs et intensifier la production du poisson d'eau douce.

C'est dans ce but qu'au mois de mars 1918 s'est réuni à Paris le Congrès de l'Etang, dont les très intéressants comptes rendus viennent d'être publiés par MM. Roule, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, et E. Poher, inspecteur principal à la Compagnie d'Orléans. Ces mémoires fournissent de précieux renseignements.

De nos fleuves, ruisseaux, lacs, canaux et étangs, on pourrait retirer des ressources alimentaires beaucoup plus importantes que celles que nous en obtenons. Aussi notre pays est-il obligé d'importer de l'étranger, en particulier de l'Angleterre, de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la Belgique, de la Suisse et de l'Italie, une valeur assez importante de poissons d'eau douce. En 1911, cette importation atteignait le chiffre de 6.897.250 francs.

La Hollande nous envoie des truites, saumons, perches, goujons et brochets. L'Allemagne, des truites et des brochets, ainsi qu'une quantité importante d'écrevisses provenant pour une large part de Russie. Le Canada nous expédie, par le Havre, 80 tonnes de saumon congelé. La Grande-Bretagne verse sur nos marchés des truites et des saumons. La Suisse envoie, plus particulièrement à Lyon, des truites et des saumons. L'Italie et la Belgique nous fournissent des anguilles.

Par contre, nous n'expédions à l'étranger que pour 328.340 francs de poissons. Berlin, avant la guerre, achetait nos carpes des Dombes et de Sologne, qui étaient transportées dans des wagons réservoirs spéciaux.

Cependant, en France, l'Administration des Contributions directes estime à 176.040 hectares la surface de nos lacs, marais, étangs, abreuvoirs et canaux non navigables qui pourraient être utilisés pour la pisciculture.

Pour M. Cardot, Chef de la pêche au Ministère de l'Agriculture, la contenance des étangs véritablement soumis à la pisciculture n'est pas de plus de 110.000 hectares.

C'est dans l'Ain et la Sologne que l'on trouve le plus grand nombre d'étangs. Pour le département de la Seine-Inférieure, la statistique compte 559 étangs ayant une superficie de 348,99 hectares, d'une valeur locative de 36.896 fr., soit 111 francs l'hectare, et d'une valeur vénale de 1.066.090 francs, soit 2.884 francs l'hectare.

***

La truite, sur laquelle se sont portés les efforts de nos pisciculteurs dans ces dernières années, exige des eaux très aérées, contenant au moins 6 cm³ d'oxygène dissous dans l'eau. De plus, elle est très carnassière et le bénéfice de son élevage diminue en proportion des exigences corrélatives à cette nourriture. Aussi, pour M. Roule, la carpe doit être choisie exclusivement pour les élevages en étang de basse et moyenne altitudes. Elle y vit en effet sans difficulté, y prospère rapidement, n'est pas exigeante pour la température, s'alimente à la fois de végétaux et de chair d'animaux. Elle demande seulement une alimentation suffisante.

La carpe commune, qui à la fin du premier été pèse 8 gr., arrive au bout d'un an à peser 30 gr. et dès le 3e été 400 gr. Au 5e été, elle atteint le poids de 2 kg. 500 et au 8e celui de 9 kg.

Les carpes sélectionnées, notamment les variétés dites carpes cuirs qui ont une chair beaucoup plus fine, ont une croissance encore beaucoup plus rapide.

La carpe de vente la plus courante est celle de 3 à 4 ans, pesant environ 750 gr. ; c'est ce qui fait que la pêche se pratique dans les étangs tous les trois ans.

L'alimentation complémentaire doit être raisonnée. Il faut distribuer ce qui est nécessaire, mais pas davantage ; aussi est-il utile de connaître approximativement la quantité de poissons que l'on doit nourrir. Le calcul est assez facile.

Pour les carpes du premier été, la mortalité est énorme ; on l'estime à 80 0/0 ; dans le cours du deuxième été, le poisson est plus robuste ; cette mortalité tombe à 12 0/0 et n'atteint que 7 0/0 dans le troisième été.

Ainsi donc :	100.000	œufs pondus	donnent
15 à	20.000	carpillons du 1er été,	puis tombent
à 10 à	12.000	dans le courant du 2e été,	et à
8 à	9.000	» »	3e été.

Pour les carpes du premier été, il faut une nourriture riche en produits animaux. On mélange parties égales de viande ou de sang avec des éléments végétaux (lupin, orge, maïs).

Pour les carpes du deuxième été, on diminue les produits animaux et on ne met plus dans le mélange que le quart ou le cinquième de viande.

Enfin pour les carpes de troisième année on ne laisse plus subsister que l'alimentation végétale.

De plus le poisson, pour fabriquer son squelette et ses écailles, a besoin d'éléments minéraux qu'on lui fournira en ajoutant à son alimentation un peu de chaux (craie, poudre d'os, etc.).

La carpe s'habitue très rapidement à venir chercher sa nourriture à heure fixe et toujours au même endroit. Si donc on met la nourriture dans de petits récipients déposés toujours à la même place, on pourra vérifier l'alimentation et il n'y aura pas de perte d'aliments.

La graine de lupin semble fournir le meilleur rendement comme aliment végétal, 3 kg. de graine de lupin produisant dans un été 1 kg. de chair de poisson.

Le maïs donne une chair trop grasse.

M. Vallois, pisciculteur à Fismes, qui a étudié d'une façon très méthodique l'alimentation du poisson, a calculé la ration sur un taux de 8 à 9 0/0 de matières azotées et d'un prix de revient inférieur de 0 fr. 10 le kg.

Voici le type d'une de ses formules :

3 kg. de tourteaux de maïs;
2 » » lin;
1 » » soja;
1 » farine de viande;
23 litres d'eau.

L'alimentation artificielle doit se faire de juin à septembre. Pour déterminer les moments où il faut commencer ou interrompre l'alimentation artificielle, il suffit d'examiner la transparence de l'eau.

Lorsque la carpe a faim, elle fouille la vase avec frénésie et par là même trouble l'eau. Quand, au contraire, l'appétit est calmé, elle abandonne ses recherches dans la vase; l'eau devient limpide et il est inutile de continuer à nourrir.

Pendant l'hiver la carpe n'assimile pas, elle ne mange pas, ou très peu, et se déplace peu; aussi dès le mois d'octobre jusqu'en avril on peut rassembler les carpes dans un espace restreint. C'est ainsi que 50 kg. de carpes peuvent vivre commodément dans un mètre cube d'eau. On profite donc de cette période pour vider l'étang, entretenir le fond par des fumures et chaulages.

On reproche souvent au poisson d'étang d'avoir le goût de vase; or ce goût ne provient nullement de la vase, mais de petites algues très fréquentes dans les eaux vaseuses et qui portent le nom d'Oscillaires. Ces algues sont détruites très facilement par les chaulages; on voit donc l'intérêt qu'il y a à entretenir très soigneusement le sol de l'étang.

Dans les petits étangs, la pêche se fait principalement en carême, au moment de la Semaine sainte, époque où la vente est la plus rémunératrice par suite de la demande.

En Sologne, elle a lieu du 29 septembre au 25 mars, dans la Bresse du 15 octobre au 31 mars, dans les Dombes du 15 août aux grands froids, puis de la fin de l'hiver au 15 mars.

Dans la Somme, les étangs qui servent à actionner des moulins ne sont point asséchés et la pêche se fait en toute saison. Le poisson est vendu à Paris, Reims, Epernay, Saint-Quentin.

***

Il ne suffit pas d'élever le poisson, mais il faut encore le présenter au public. Jusqu'alors il existe quelques rares magasins de vente au détail pour le poisson de mer; il n'en existe aucun pour la vente du poisson d'eau douce, que le consommateur devrait pouvoir trouver en toute saison.

Il suffirait aux agriculteurs de créer des bassins-réservoirs et dans les villes des magasins de vente dont Dagry a précisé le fonctionnement au Congrès de la pêche.

Le poisson peut rivaliser avec la viande de boucherie; on doit en vulgariser la consommation par des campagnes de presse et des cours de cuisine.

Nous devons, toutefois, dire que le poisson d'eau douce renferme moins de matières grasses; ainsi, après un repas constitué seulement avec du poisson, a-t-on fréquemment une sensation de vide dans l'estomac. Il faut donc manger plus de poisson ou, mieux, l'associer à d'autres aliments tels que pomme de terre, pâtes, etc. qui comblent le déficit de la ration nutritive.

Le transport du poisson joue un grand rôle dans la vente. Le producteur a le plus grand intérêt à amener son poisson vivant sur le marché; mort, le poisson d'eau douce perd de 30 à 40 % de sa valeur.

Pour des petits colis ne dépassant pas 25 à 30 kg. et lorsqu'il s'agit d'un transport à petite distance, on peut ranger le poisson dans un panier d'osier en le déposant par couches séparées par des herbes ou de la paille mouillée.

Pour de plus longs transports, on emploie des récipients en bois ou en métal, et pour un transport d'une demi-journée on compte :

« 5 litres d'eau pour 1 kg. de tanche ou de carpes de 2 à 3 ans;

« 10 litres d'eau pour 1 kg. de carpes d'un an;

« 10 à 20 litres d'eau pour 1 kg. de truites, perches ou brochets. »

En été, l'eau doit être rafraîchie avec de la glace, sans jamais descendre au-dessous de 4°; aussi ne doit-on jamais mettre la glace directement dans l'eau, mais la laisser fondre peu à peu au-dessus de la surface liquide. Eau et bacs représentent à eux seuls plus des 3/4 du poids total de l'expédition; or, les prix de transport par chemin de fer sont assez élevés [1].

Le poisson voyage par des trains de grande vitesse spécialement désignés et malheureusement trop peu nombreux.

Les gares ne sont pas tenues d'accepter pour un train désigné les expéditions remises moins de trois heures avant le départ de ce train. Or, pour une marchandise aussi fragile que le poisson (d'eau douce ou d'eau de mer), ce délai est beaucoup trop long et il serait à souhaiter qu'il fût réduit à une heure. Enfin, la livraison en gare se fait 2 heures à partir de l'heure réglementaire d'arrivée du train. A Paris, le délai de livraison à domicile est de dix heures.

La Compagnie d'Orléans a donné en location pour aménagement deux wagons à la Société pour l'extension de la pisciculture française. Ces wagons ont été aménagés spécialement pour le transport du poisson vivant. Ces wagons peuvent transporter, de novembre à fin mars, 5.000 kg. de poisson vivant. Cette quantité doit être ramenée à 3.000 kg. pendant les autres mois, par suite de l'obligation de refroidir l'eau avec de la glace.

La construction de ces wagons nécessite des connaissances spéciales; aussi les Compagnies ne peuvent que favoriser les initiatives personnelles pour la création et l'exploitation des wagons-réservoirs. Ces wagons étaient très employés en Allemagne.

Il existe également un autre mode de transport : ce sont les bateaux-citernes qui rendent des services importants aux éleveurs dont les étangs se trouvent à proximité des cours d'eau navigables. Tout bateau peut être transformé en bateau-citerne; M. Gau estime à 2.000 francs le prix de revient de tels bateaux.

1. Lorsque le transport emprunte plusieurs compagnies, le tarif employé est le tarif spécial commun G. V. 114.

Si le transport ne se fait que sur une seule compagnie, le tarif varie suivant ces compagnies. Les Compagnies de l'Etat, l'Ouest-Etat, Orléans, P.-L.-M. ont prévu un tarif spécial pour le transport du poisson, le Midi, le Nord et l'Est emploient le tarif général des denrées. Enfin les Compagnies ont un tarif spécial pour le poisson vivant transporté dans des réservoirs, mais sauf sur la Compagnie du P.-L.-M. l'expédition doit être d'au moins 500 kilogs.

Ils offrent de grands avantages; d'abord le poisson y trouve les conditions de son ambiance habituelle et peut, par suite, y séjourner longtemps; ensuite le transport est peu coûteux, et enfin le vendeur a devant lui tout le temps désirable pour écouler sa marchandise en parfait état; 8 bateaux desservent Paris et rendent de très grands services.

***

Comme on le voit, nos étangs peuvent nous fournir une richesse alimentaire considérable, mais des stations piscicoles de reproduction sont à créer.

La diffusion des études doit être faite par des établissements d'enseignement agricole et des universités.

De la collaboration des professeurs de l'enseignement supérieur et des agents forestiers chargés de la pisciculture peuvent sortir des résultats féconds au point de vue de l'agriculture et de l'hydrobiologie.

On doit intéresser le public à toutes ces questions; l'enseignement de la pisciculture peut rendre de grands services aux mutilés de la guerre, aux femmes, car de même que l'agriculture, l'aviculture, la pisciculture peut devenir une industrie féminine.

Il serait à souhaiter que des démonstrations pratiques soient organisées dans de nombreuses villes. Ces démonstrations seraient rendues faciles par la création d'aquariums démontables et transportables. On augmenterait encore l'attrait par l'exposition des divers engins de pêche et des appareils de transport.

Telles sont les conclusions qui ont été adoptées au Congrès de l'Etang; en les présentant ici, nous avons cru faire œuvre utile. Nous devons tirer parti de toutes les richesses mises à notre disposition par la Nature.

Beaucoup de questions qui ont été traitées à ce Congrès du poisson d'eau douce se relient à celles qui intéressent la vente du poisson de mer, en particulier les modes de transport, les frais de transport et enfin la campagne de diffusion en faveur de la valeur alimentaire du poisson.

N'oublions pas non plus la collaboration qui doit exister entre les professeurs et les professionnels : c'est ce que nous cherchons à créer, au Havre, au Laboratoire de l'Institut Océanographique.

A. Loir et H. Legangneux,
de l'Institut Océanographique du Havre.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Maccaferri (Eugenio), *Professeur à l'Institut technique d'Ancône.* — **Calcolo numerico approssimato.** — *1 vol. des Manuels Hoepli de XVI-200 p.* (*Prix : 5 fr. 50*). *Hoepli, éditeur, Milan*, 1919.

Le calcul approché a pour objet essentiel de résoudre les deux problèmes suivants : 1° Comment se détermine l'approximation du résultat d'un calcul numérique exécuté sur des données approchées ? 2° Comment peut-on obtenir un résultat avec une approximation fixée d'avance ?

Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt qu'offrent de telles questions pour la pratique. Leur solution ne laisse pas d'être délicate; elle peut, si l'on n'y prend garde, paraître entachée de quelque confusion. L'auteur a su la développer avec une grande simplicité et une parfaite clarté, non moins qu'avec un souci constant de la rigueur, en envisageant, d'une part, les opérations fondamentales de l'arithmétique prises isolément, de l'autre, les calculs plus complexes provenant d'une combinaison de ces opérations.

L'auteur s'attache, au reste, à faire connaître divers procédés opératoires simplifiés applicables aux calculs approchés, tels que ceux de la multiplication, ou de la division, abrégée et ordonnée.

Ce petit ouvrage, qui se lit très facilement, peut rendre de grands services à tous ceux qui ont à s'occuper d'applications où intervient le calcul numérique.

M. O.

Massot (L.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **La taille des métaux, d'après les expériences de F.W. Taylor, et la forme rationnelle des outils.** — *1 vol. in-4° de 108 pages, avec 42 fig.* (*Prix : 7 fr. 20*). *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

On sait avec quel soin jaloux industriels et ingénieurs conservent pour eux tous les renseignements de divers ordres qu'ils ont eu l'occasion d'accumuler au cours de leur carrière. Sans souci de l'intérêt général, ils laissent d'autres recommencer indéfiniment ce qu'eux-mêmes ont déjà fait. Quelle perte de temps et d'argent de telles conceptions fausses représentent-elles?

Or, voici qu'un ingénieur, M. Massot, ayant pour son usage personnel condensé et résumé tous les renseignements utiles et tableaux numériques d'usage courant dans l'atelier et disséminés au milieu des descriptions d'expériences dans le mémoire de Taylor sur la taille des métaux, a eu la bonne idée de les publier, faisant ainsi profiter collègues et concurrents de la peine qu'il a prise, comprenant, comme nous venons de le dire, que, dans l'Industrie, tout ce qui profite à la communauté sert par là même à chacun de ses membres.

Le résumé qu'il nous offre est extrêmement clair, les unités de mesure rappelées à propos de chaque chiffre, et l'on sait combien cette précaution est essentielle.

Voici dans quel ordre M. Massot a condensé ses renseignements, les siens et ceux pris dans Taylor :

Mode d'action de l'outil et détermination des efforts qu'il supporte ;

Influence sur la vitessse de coupe de la qualité de l'outil (composition de l'acier, traitement);

Influence sur la vitesse de coupe de la forme de l'outil (grosseur de l'outil, forme du tranchant, angle d'affûtage);

Influence sur la vitesse de coupe de la durée de coupe, c'est-à-dire du temps pendant lequel l'outil doit tailler convenablement, sans avoir besoin d'être affûté ;

Influence sur la vitesse de coupe de la profondeur de passe ou prise (c'est-à-dire réduction du rayon de la pièce après le passage de l'outil) et de l'avance par tour ou serrage (pas de l'hélice tracé par l'outil sur la pièce);

Influence sur la vitesse de coupe de la nature du métal travaillé;

Influence sur la vitesse de coupe du refroidissement de l'outil (travail à sec ou sous jet d'eau);

Influence sur la vitesse de coupe de la machine et du montage de la pièce (puissance de la machine, broutement).

L'auteur termine cette première partie par des tableaux résumant les renseignements essentiels pour la détermination pratique des conditions économiques de coupe.

Dans une deuxième partie de son ouvrage, M. Massot traite de la forme rationnelle des outils procédant par enlèvement de copeaux.

Dans un premier chapitre, il nous parle des angles qui définissent les conditions de coupe, de manière que leur détermination ne présente aucune ambiguïté. Dans un deuxième, il traite des considérations générales qui fixent les valeurs pratiques à donner à ces angles suivant les diverses applications. Dans le suivant, l'auteur nous entretient des phénomènes connus sous le nom de « broutement » et d'« engagement ». Les chapitres suivants sont consacrés enfin aux outils simples façonnés en bout, aux outils de forme façonnés en bout, aux outils à profil constant, à la recherche des angles de coupe et de dépouille des outils de tour, des fraises à profil constant.

Cette adaptation nouvelle des études de Taylor, comme le dit M. H. Le Chatellier dans l'introduction qu'il a écrite pour cet ouvrage, en accentuera certainement l'importance par la facilité qu'elle donnera à un grand nombre d'ateliers de tirer plus facilement parti de recherches, dont l'exposé trop complexe avait souvent paralysé l'usage.

L. Potin.

2° Sciences physiques

Paraf (M.), *Ingénieur à la Compagnie française Thomson-Houston.* — **Installations à hautes tensions et usines centrales.** 2e *éd.* — *1 vol. in-8° de 426 p. avec 140 fig. et 18 pl.* (*Prix : 20 fr.*). *Ecole spéciale des travaux publics, Paris*, 1917.

Si l'on considère une certaine région géographique, comprenant, plus ou moins distants les uns des autres, divers consommateurs d'énergie électrique, il est en général avantageux de les alimenter en commun par une source d'énergie unique, *usine centrale*, établie en un point central, ce point étant relié aux différents consommateurs au moyen de canalisations qui peuvent être assez étendues (*artères* ou *feeders*). Souvent d'ailleurs certains clients voisins les uns des autres se groupent de manière à être tous rattachés à un même *centre secondaire* de distribution.

M. Paraf étudie dans son ouvrage les problèmes que soulève la création de ces usines centrales à grande puissance. Dans la première partie, il examine les différents systèmes employés pour le transport et la distribution de l'énergie et il décrit quelques grandes usines centrales (usines de Moutiers, en Savoie, d'Issy-les-Moulineaux et de Tuilière dans la Dordogne). La deuxième partie est consacrée à l'étude de la station centrale elle-même : groupes électrogènes ; services auxiliaires ; disposition et montage des machines et de l'appareillage. Vient ensuite (troisième partie) l'étude des stations et des postes transformateurs, et enfin (quatrième partie) celle des canalisations à haute tension : calcul d'une ligne aérienne, choix des matériaux, opérations sur le terrain et montage des lignes.

Dans cet ouvrage, qui est la reproduction du cours professé par l'auteur à l'Ecole spéciale des Travaux publics de la rue Thénard, et dont le caractère est nettement industriel, les lecteurs que ces questions intéressent trouveront, clairement exposés, les renseignements qui concernent le fonctionnement des usines centrales et, d'une façon générale, des installations de transport et de distribution d'énergie électrique.

A. Boutaric.

Molinari (E.), *Professeur de Chimie technique au Polytechnicum royal de Milan et à l'Université commerciale Luigi Bocconi.* — **Trattato di Chimica generale ed applicata all' industria.** *Vol. I* : **Chimica inorganica.** *2e Partie. 4e édition, revue et augmentée.— 1 vol. in-8° de 631 p. avec 165 fig. et 1 pl. spectroscopique (Prix : 26 lire). U. Hœpli, éditeur, Milan,* 1919.

En analysant ici le premier volume de cet ouvrage[1], nous avons fait connaître le but et le plan général de l'auteur : non seulement exposer les lois fondamentales de la Chimie et les propriétés des éléments et de leurs composés, mais aussi faire une large part aux applications industrielles.

La première partie du tome I s'arrêtait à l'azote ; la seconde partie contient la fin de l'étude des métalloïdes et celle des métaux. Parmi les questions sur lesquelles l'auteur donne des détails intéressants et tout-à-fait au point, signalons en particulier : à propos du carbone, les combustibles (spécialement l'industrie du coke métallurgique), la combustion sans flamme (méthode de Bone), les industries du gaz à l'eau, du gaz de gazogène et du gaz de haut fourneau; à propos des métaux alcalins, l'industrie des sels potassiques pendant la guerre, celles des hypochlorites alcalins et du carbonate de soude; à propos des métaux alcalino-terreux, la fabrication des verres et des superphosphates; à propos de l'aluminium, l'aluminothermie, l'industrie des ciments, de la céramique; à propos du fer, toute l'industrie sidérurgique avec les ferro-alliages, et des notions de métallographie ; etc.

Comme nous l'avons déjà signalé à propos du précédent volume, l'auteur donne d'assez nombreuses statistiques sur l'importance des industries chimiques et du commerce de leurs produits dans les différents pays, ce qui ajoute à l'intérêt de son ouvrage. L. B.

3° Sciences médicales

Delbet (Pierre), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris*, et **Fiessinger** (Noël). — **Biologie de la plaie de guerre.** — *1 vol. in-8° de 460 p. avec 4 pl. et 20 figures. (Annales de la Clinique chirurgicale du Professeur Pierre Delbet.) (Prix : 30 fr.) Félix Alcan, éditeur, Paris,* 1918.

Cet important ouvrage de MM. Pierre Delbet et Fiessinger résume tous les travaux, et en particulier les nombreux et intéressants travaux personnels des auteurs, relatifs à l'étude de la plaie de guerre entre 1914 et 1918. Nous ne pouvons que donner une idée succincte des principales notions bien mises en évidence à la suite de ces recherches remarquables, qui ont contribué à améliorer notablement la thérapeutique chirurgicale des plaies par projectiles.

Le point de départ de toutes ces recherches a été la connaissance précise des lésions anatomiques causées par le projectile de guerre. Les dégâts tissulaires sont déterminés par la force vive des projectiles, ce qui explique que les altérations s'étendent à distance du trajet sur les muscles et les vaisseaux, d'où *attrition tissulaire et infiltration hémorragique profonde.* Ces altérations favorisent le développement de l'infection par les germes accompagnant le projectile ou les débris vestimentaires.

Le premier phénomène observé est la dégénérescence des tissus contus, des muscles en particulier (myolyse), qui est déjà constatée 45 minutes après le traumatisme et s'accentue entre la 2e et la 4e heure. La désorganisation mécanique du muscle est rapidement suivie de phénomènes d'auto-protéolyse qui favorisent le développement des germes. La réaction phagocytaire est très précoce. Dès la 4e heure, le leucocyte polynucléaire neutrophile et le gros mononucléaire entrent en scène. Les phénomènes d'autolyse, sous la dépendance d'actions diastasiques, donnent naissance à des produits de désintégration des substances organiques (albumines en particulier), produits dont la résorption est susceptible de produire une intoxication de l'organisme. Cette notion cadre avec la récente théorie du choc proposée par M. le Professeur Quénu.

L'étude de l'*infection* des plaies de guerre conduit à un certain nombre de constatations d'intérêt capital. L'*adaptation des microbes* du projectile pour le « milieu humain » exige quelques heures, car ces microbes, venus du sol, semblent avoir une virulence atténuée pour l'espèce humaine. Cette virulence, ils la retrouvent au bout de quelques heures, délai pendant lequel l'intervention chirurgicale présente des conditions très favorables. Les microbes du projectile proviennent surtout du vêtement du soldat, vêtement qui sera toujours souillé tant qu'il y aura des guerres, et qu'on ne pourra jamais désinfecter préventivement. Delbet et Fiessinger ne croient pas que la nature spéciale du sol favorise certaines infections (gangrène gazeuse ou tétanos). La flore des vêtements est analogue dans toutes les tranchées du front : il n'y a pas de régions maudites. Quant à l'analogie entre la flore bactérienne des plaies de guerre et la flore intestinale, elle ne signifie pas que les vêtements des soldats sont souillés par les déjections, mais simplement que la putréfaction terrestre fait intervenir les mêmes éléments bactériens que la putréfaction intestinale. Huit fois sur dix, le projectile (éclat d'obus surtout) est infecté par les débris qu'il entraîne. La contamination par les bactéries de la peau est beaucoup moins importante. Le développement microbien traverse deux étapes : l'éclosion, la diffusion. L'éclosion est rapide, mais la diffusion est retardée de quelques heures : c'est la phase d'adaptation des microbes. Sans qu'on puisse établir un horaire précis, c'est aux environs de la sixième à la huitième heure que l'infection se diffuse, avec brusquerie. Il y a souvent un retard de diffusion, surtout dans les plaies articulaires où les exsudats restent parfois aseptiques 24, 36, 72 heures après la blessure. Ce retard de la diffusion s'observe d'ailleurs pour les plaies des autres séreuses viscérales.

« Etudier la bactériologie de la plaie de guerre, c'est aussi étudier la bactériologie de la gangrène gazeuse. » Dans la série anaérobie, le *vibrion septique*, considéré avant la guerre comme le microbe de la gangrène gazeuse, est loin d'avoir été le plus fréquent dans les plaies de guerre et même dans la gangrène gazeuse. Il n'est d'ailleurs pas forcément un agent d'infection mortelle; d'autres agents peuvent donner naissance à des gangrènes gazeuses à marche foudroyante, en particulier le *Bacillus perfringens*, que l'on retrouve dans 80 % des plaies. Entre le vibrion septique et le *B. perfringens*, il existe une série de formes microbiennes intermédiaires (*Bacillus lyticus* de Coste et Troisier, bacilles A, B, C de Weinberg et Séguin).

Les espèces sporulées suivantes: *Bacillus œdematicus*, *B. bellonensis*, *B. sporogenes*, etc. ont aussi été isolées dans les plaies; les espèces non sporulées signalées sont le bacille neigeux, le *B. fallax*, le *B. aerofetidus*.

Le bacille tétanique mérite une mention spéciale. Il existe avec une fréquence considérable dans les plaies de guerre. Silvio Colombino l'a trouvé dans les plaies de sujets ayant reçu leur injection antitétanique, Berard et Lumière dans des plaies anfractueuses anciennes ou cicatrisées qui constituent un foyer latent d'éclosion tétanique.

La flore anaérobie se développe précocement, la flore aérobie n'apparaît que plus tardivement, souvent après

1. *Rev. gén. des Sc.* du 30 nov. 1917, t. XXVIII, p. 651.

la 12e heure; elle est constante au 2e ou 3e jour. Les infections aérobies graves relèvent du streptocoque, espèce la plus nocive qui donne lieu à des infections locales et générales redoutables, soit isolé, soit associé à un anaérobie. C'est aussi le microbe des suppurations prolongées des plaies de l'arrière.

Les autres microbes aérobies rencontrés dans les plaies de guerre et dont l'action mérite d'être étudiée sont le staphylocoque, les diplocoques, le pneumocoque, des sarcines, et une série de microbes intestinaux (diplostreptocoque, entérocoque, proteus, colibacilles), plus rarement les bacilles diphtériques. Le B. pyocyanique, agent fréquent d'infection secondaire, semble jouir d'une influence favorable sur l'infection streptococique.

Les auteurs signalent l'existence dans les plaies de guerre de bacilles sporulés aérobies : *B. subtilis* et *B. mycoïdes*, etc. On a signalé aussi des infections mycosiques.

Si l'infection unimicrobienne existe, elle n'est pas la règle. En général, elle est plurimicrobienne : association d'anaérobies, ou associations d'aérobies et d'anaérobies. Ces associations exaltent les virulences : une des associations les plus graves est celle du *B. perfringens* et du *streptocoque*. Delbet et Fiessinger trouvent néanmoins que l'opinion de H. Tissier et G. Gross, d'après laquelle toute plaie de guerre qui n'est pas infectée par le streptocoque peut être suturée primitivement, est trop bactériologique et trop absolue, quoique vraie dans l'ensemble. Enfin il existe des associations d'aérobies. La flore des plaies est successivement anaérobie, puis mixte, puis aérobie.

L'étude bactériologique d'une plaie peut renseigner sur l'évolution de l'infection. L'examen des empreintes de plaies prises sur une lame flambée, la pyoculture, peuvent rendre des services. L'examen d'une prise dans la plaie avec une anse de platine, suivie d'étalement, est pour les auteurs un procédé inférieur, surtout si l'on tient compte seulement du nombre des microbes et non de leur nature, comme l'ont fait d'une façon intéressante G. Gross et Tissier. C'est sur ces données bactériologiques que l'on règle le traitement des plaies par suture primitive ou secondaire. La répartition des germes infectieux n'est d'ailleurs pas la même en tous les points de la plaie. Il existe des nids bactériens.

L'influence du milieu sur le développement des infections est bien démontrée dans la plaie de guerre, qui, par la grande étendue de l'attrition des tissus qu'elle comporte, constitue un excellent milieu de culture. L'exérèse des tissus atteints rend souvent l'infection sans gravité. Les ligatures vasculaires favorisent la gangrène gazeuse, en diminuant la vitalité des tissus.

La plaie de guerre est aussi une source d'intoxication par les toxines microbiennes (cénotoxines ou toxines associées), par les produits de l'autolyse musculaire. Les ferments bactériens ont une action protéolytique, qui transforme les albuminoïdes de la plaie en ptomaïnes, une action glycolytique et lipolytique. Les fermentations expliquent les phénomènes de lyse tissulaire, l'odeur des gangrènes et la production des gaz.

La *défense de l'organisme* dans les plaies en général est exposée avec d'amples détails, en particulier la défense par le leucocyte (phagocytose, action des opsonines), à propos de laquelle les auteurs établissent l'action cytophylactique de certaines solutions salines, puis la défense par les réactions humorales (antigène et anticorps, sensibilisatrice et alexine). Delbet et Fiessinger exposent leur conception, d'après laquelle la sensibilisatrice serait une protéase, l'alexine une lipase. La sensibilisatrice adsorbée par la bactérie formerait avec les lipoïdes de cette dernière un complexe lipoïdo-protéasique. L'alexine romprait le complexe en attaquant les lipoïdes et la protéase pourrait produire la bactériolyse.

Dans les plaies de guerre, les auteurs étudient en détail l'aspect des divers processus de défense. A propos de l'afflux leucocytaire, ils démontrent que les cellules de pus frais sont la plupart des cellules vivantes. Ils étudient les granulations et les enclaves de ces cellules, les caractères de leur noyau, la marche de la phagocytose des bactéries par les cellules de pus. Les ferments d'origine microbienne jouent un rôle entravant le développement des microbes.

La *défaite de l'organisme* aboutit à la gangrène gazeuse quand l'acte chirurgical est retardé. La chambre d'attrition et son tissu mortifié est le foyer d'infection et d'intoxication. L'afflux des phagocytes est gêné par l'épaisseur du tissu mortifié. La protéolyse des tissus par l'action des anaérobies produit des substances toxiques qui entravent la phagocytose. L'ischémie d'un groupe musculaire important favorise l'extension de la gangrène gazeuse, qui, après s'être développée localement, arrive rapidement à la toxémie générale, plus rarement à la bactériémie.

La *réparation des plaies* est étudiée en détail. Delbet et Fiessinger insistent sur le rôle de la protéase leucocytaire dans le phénomène de la détersion. La plaie passe par les étapes de mortification et de détersion, de suppuration, de réparation dans laquelle apparaît le bourgeon charnu dont la zone superficielle protéolytique empêche la réussite des réunions secondaires sans avivement. Vient ensuite l'étape d'épidermisation, gênée par la protéase leucocytaire du pus et non par les microbes. Cette étude de la réparation des plaies amène les auteurs à celle des infections de la cicatrice et des sutures primitives et secondaires.

Un chapitre est réservé à l'étude de la *séroculture de Wright* et de la *pyoculture de Pierre Delbet*. La pyoculture a pour but de mettre en évidence dans le pus des propriétés soit favorisant, soit empêchant le développement des microbes. Après avoir compté le nombre des microbes dans le pus d'une plaie, ce pus est placé à l'étuve. En examinant ce pus à des intervalles variables, on constate que tantôt les microbes se développent abondamment dans le pus, tantôt ne s'y développent pas, tantôt diminuent. On dit que la pyoculture est positive, nulle ou négative suivant celle des trois évolutions constatées. Seule la pyoculture positive est susceptible de permettre de poser un pronostic grave. Mais il importe de bien savoir que la pyoculture est élective : négative pour un microbe, elle est nulle pour un autre, positive pour un troisième. Dire qu'une pyoculture est positive sans dire en quel microbe n'est rien dire du tout. Le microbe dont la gravité prime celle de tous les autres est le streptocoque.

La *thérapeutique des plaies de guerre* est la brillante conclusion des recherches biologiques précédentes. Son exposé et sa discussion trouvent une place importante dans le travail de Delbet et Fiessinger.

Cette thérapeutique peut être une thérapeutique générale, par l'emploi de la sérothérapie ou de la vaccination dont les différentes techniques sont exposées dans ce travail.

Le traitement local des plaies reste, bien entendu, d'importance primordiale. Après avoir rappelé les erreurs du début de la guerre, les auteurs montrent les étapes de la méthode définitive de la résection des tissus atteints d'attrition : le parage des plaies avec ses différentes modalités et ses conséquences bienfaisantes, les réunions primitives immédiates ou retardées.

Quant aux antiseptiques, les auteurs en étudient l'action sur les microbes, sur les cellules, sur les toxines. Leur critique porte à la fois sur les antiseptiques fixateurs (acide phénique), qui coagulent les albumines et ne peuvent atteindre les régions profondes de la plaie, et les antiseptiques dissolvants (hypochlorites). Pour les plaies infectées, surtout celles qui se défendent, les auteurs préfèrent l'emploi de la méthode cytophylactique, à l'aide d'irrigations continues au chlorure de magnésium.

Dr Paul Mathieu,
Chirurgien des Hôpitaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Mai 1919

1° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** : *Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes.* Les calculs de Vegard donnent avec une certaine précision le diamètre et la composition des anneaux d'électrons dans le voisinage immédiat du noyau de l'atome de Bohr, mais les indications sur les anneaux extérieurs sont insuffisantes. L'auteur montre que les spectres de bandes semblent capables de combler la lacune, car ils dépendent surtout des anneaux extérieurs de l'atome et des conditions spéciales de sa surface. — MM. **Ed. Urbain** et **C. Scal** : *Sur la décomposition de liquides diélectriques au sein desquels jaillit un arc.* L'arc, jaillissant au sein des tétrachlorures de Ti, Sn, C, produit une décomposition profonde et un dégagement intense de Cl. Dans les mêmes conditions, avec les hydrocarbures liquides saturés, dégagement d'acétylène, d'éthylène, d'H et dépôt de C. Avec le pinène, production des mêmes corps et formation dans le liquide de notables quantités d'isoprène. Avec les cétones, production de CO et d'hydrocarbures divers. Il faut opérer avec des électrodes métalliques et de préférence à 15° C. — M. **A. C. Vournasos** : *Les azotures normaux de nickel et de cobalt.* L'auteur a obtenu l'azoture normal de nickel en oxydant le cyanure de ce métal par son oxyde à plus de 2.000° : $NiC^2N^2 + 2NiO = 2CO + Ni^3N^2$. Ce corps n'est pas magnétique; il brûle si on le chauffe dans une atmosphère d'O. Il est inattaquable par l'eau à l'ébullition, mais est décomposé par NaOH fondue en donnant NH^3. L'azoture normal de cobalt a été obtenu par action de l'arc voltaïque sur un mélange intime de CoO et de $Co(CN)^2$. — M. **Picon** : *Action de l'acétylène monosodé sur quelques iodures d'alcools primaires à chaîne ramifiée.* L'acétylène monosodé réagit sur les éthers iodhydriques des alcools primaires à chaîne ramifiée en donnant le carbure éthylénique provenant du dérivé halogéné employé par perte d'une molécule d'hydracide : $CH \equiv CNa + R.CHR'.CH^2I = NaI + CH \equiv CH + R.CR' : CH^2$. — M. **R. Fosse** : *Oxydation simultanée du sang et du glucose.* Tandis que le rendement en urée dans l'oxydation des albuminoïdes seuls est assez faible, il s'élève à des valeurs considérables si, dans des conditions convenables, on oxyde simultanément les protéiques du sang et le glucose. Le rendement en urée formée par oxydation du sang additionné de glucose s'accroît, dans certaines limites, avec la proportion de glucose et d'oxygène consommés. — MM. **A. Lacroix** et **A. de Gramont** : *Sur la présence de bore dans quelques silicoaluminates basiques naturels.* Les auteurs ont constaté spectrographiquement la présence de bore dans la saphirine, la grandidiérite et la kornerupine, puis l'ont dosé analytiquement : les quantités trouvées sont respectivement de 0,75, 2,81 et 3,59 % de B^2O^3; dans ces minéraux le bore remplace isomorphiquement l'aluminium. La présence de traces de bore a été également constatée dans la dumortiérite et dans les idocrases.

2° Sciences naturelles. — M. **Ch. Depéret** : *Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires.* L'auteur, en employant la méthode de détermination comparée des glaciers quaternaires par l'altitude de la terrasse fluviale correspondante, montre d'abord que le maximum d'extension des glaciers alpins à la fois dans les Alpes orientales et dans les Alpes françaises correspond à la glaciation mindélienne et non à la glaciation rissienne. Cela étant, le maximum d'extension des glaciers alpins (Mindélien) coïncide avec le maximum d'avancée des glaciers scandinaves (Drift ancien ou Saxonien). Dès lors, le Rissien des Alpes correspond au Drift récent ou Polonien des plaines du nord de l'Angleterre, et il faut trouver l'équivalent du Würmien dans les glaciers locaux de l'Ecosse et dans les moraines baltiques (Mecklembourgien). Enfin la glaciation scanienne serait le pendant du Günzien des Alpes. — M. **Ernest Fleury** : *Sur la signification et le rôle de la lapiésation dans la désagrégation des roches granitiques en Portugal.* Dans plusieurs régions de la Meseta, les roches granitiques sont exceptionnellement découpées et parfois grossièrement sculptées comme si elles avaient été modelées par la lapiésation ou par les eaux courantes. Ces formes sont en réalité le résultat de l'arénisation, qui agit surtout sur les feldspaths et aussi les micas, et se rapproche de la lapiésation des calcaires en produisant des matériaux résiduels. Son activité est dirigée par les facteurs structuraux : diaclases de retrait et de consolidation, desquamation ou exfoliation, etc. Cette arénisation dirigée peut être considérée comme une forme de lapiésation des roches de composition hétérogène et peu solubles. — M. **Paul Thiéry** : *Nouvelles observations sur le système d'accidents géologiques appelés « Faille des Cévennes ».* Le pays alaisien compris entre la bordure tertiaire et une ligne sinueuse allant de Mercoirol à Pierremorte est constitué par un système d'écailles, séparées les unes des autres par des surfaces de friction, peu inclinées sur l'horizon, dont chacune est un lieu de déplacement relatif, ou une faille de charriage. La ligne sinueuse qui limite au NW ce paquet d'écailles est elle-même l'affleurement d'une surface de charriage, séparant la nappe du pays autochtone. — MM. **L. Léger** et **E. Hesse** : *Sur une nouvelle Coccidie parasite de la Truite indigène.* Les auteurs ont découvert chez la Truite une Coccidie nouvelle qu'ils font rentrer dans le genre *Goussia* en raison de sa faible taille, de sa paroi kystique mince, sans reliquat, et de sa maturation dans l'hôte. — M. **S. Stefanescu** : *Sur la coordination des caractères morphologiques et des mouvements des molaires des Éléphants et des Mastodontes.* Les molaires des Eléphants et des Mastodontes ne progressent pas suivant des grands arcs de cercles, mais suivant d'autres courbes; pendant leur progression, elles accomplissent, simultanément, un mouvement de torsion sur elles-mêmes. — M. **G. Bertrand** et Mme **M. Rosenblatt** : *Action toxique comparée de quelques substances volatiles sur divers Insectes.* Les auteurs ont fait agir plusieurs substances volatiles : anesthésiques, CS^2, CCl^4, monochloracétone, bromure de benzyle, chloropicrine, HCN, sur divers Insectes parasites. Les résultats font ressortir le grand pouvoir parasiticide de la chloropicrine, au moins égal en pratique à celui de HCN.

Séance du 12 Mai 1919

M. **H. de Chardonnet** est élu membre de la Division des Applications de la Science à l'Industrie.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Lecornu** : *Sur les tourbillons d'une veine fluide.* Beltrami a recherché en 1889 s'il est possible que, dans le mouvement d'un fluide, les lignes de flux, c'est-à-dire les courbes partout tangentes aux vitesses, coïncident avec les lignes de tourbillon, et il a fourni divers exemples permettant de répondre affirmativement. L'auteur montre que le genre de mouvement permanent étudié par Beltrami, loin de présenter un caractère exceptionnel, doit être celui que possède toute veine sortant d'un réservoir.

2° Sciences physiques. — MM. **G. Reboul** et **L. Dunoyer** : *Influence des saisons et des régimes aérologiques sur les variations corrélatives de la pression atmosphérique et de l'intensité du vent.* Les auteurs montrent que les règles de prévision des variations barométriques

qu'ils ont précédemment énoncées (voir p. 289) s'appliquent mieux l'hiver (où leur coefficient de certitude est remarquablement grand) que l'été. Cela tient sans doute à l'existence de périodes orageuses dans cette dernière saison; de brusques variations dans l'intensité du vent, dues à des phénomènes locaux, se produisent alors sans variations barométriques importantes, régulières et géographiquement étendues. — M. **E. Ariès** : *Détermination directe de l'exposant de la température dans l'équation d'état des fluides.* L'auteur a appliqué à la détermination directe de l'exposant n une formule donnée précédemment et qui concerne les volumes moléculaires v_1 et v_2 d'un fluide saturé à l'état de vapeur ou à l'état liquide. En opérant sur 7 substances étudiées par M. S. Young, et dont le nombre d'atomes augmente régulièrement de 3 par 3 de 5 à 23, on obtient pour n des valeurs croissantes allant de 1,05 à 1,30. — MM. **Ch. Chéneveau** et **R. Audubert** : *Sur la vitesse de la lumière dans les milieux troubles.* Les auteurs montrent que, dans les milieux troubles, l'indice de réfraction du milieu est toujours supérieur à celui du liquide intergranulaire; il en résulte que la réflexion joue un rôle important dans tous les phénomènes optiques présentés par les milieux. Dans le cas de particules transparentes en suspension dans un milieu de même indice de réfraction, il ne doit se produire aucun trouble optique, ce que confirme l'expérience. — M. **A. Boutaric** : *Sur l'application de l'équation de Gibbs-Helmholtz* : $A - U = T(\partial A/\partial T)$ *aux systèmes monovariants.* L'auteur montre que l'extension de cette équation aux systèmes monovariants par Nernst et ses commentateurs n'est pas légitime, tout au moins d'une façon générale, et peut conduire à de grossières erreurs. Pour l'appliquer aux transformations isothermiques des systèmes monovariants, il faut la mettre sous la forme :

$$A - U = T\left(\frac{dA}{dT} - \int p\,\frac{d^2v}{dT^2}\,dT\right).$$

— M. **Alb. Colson** : *L'eutexie et les solutions étendues.* L'auteur montre que le phénomène d'eutexie est contenu dans la formule de solubilité qu'il a donnée récemment (voir p. 256). L'eutexie peut être figurée par un point anguleux provenant de l'intersection de la courbe de saturation avec la courbe de congélation des solutions étendues. Ce point de rencontre, situé au point le plus bas, constitue en quelque sorte le pendant du summum de solubilité. — MM. **P. Sabatier, A. Mailhe** et **G. Gaudion** : *Action des métaux divisés sur les vapeurs de pinène.* En faisant passer des vapeurs de pinène sur du cuivre réduit vers 600°-630°, les auteurs ont obtenu une série de fractions renfermant : de l'isoprène et des carbures éthyléniques; du toluène et du métaxylène; du cymène, du cumène, du méthyléthylbenzène et des terpènes issus de l'isomérisation du pinène; des polyterpènes et des carbures éthyléniques ou diéthyléniques très condensés. La dose totale de carbures aromatiques formés est voisine de 31 °/o du pinène traité. Avec le nickel réduit, on obtient en plus une certaine quantité de carbures saturés. Le fer donne lieu à un charbonnement très intense. — M. **A. Béhal** : *Sur l'isolement et la caractérisation des alcools à l'état d'allophanates.* La méthode de préparation consiste à faire passer dans l'alcool un courant de gaz cyanique provenant de la dépolymérisation de l'acide cyanurique. Le produit de la réaction est lavé à l'éther, pour enlever l'alcool qui aurait pu ne pas réagir et l'uréthane qui se forme accessoirement. Le résidu insoluble, qui constitue l'allophanate souillé par un peu d'acide cyanurique, est redissous à chaud dans l'alcool absolu, le benzène ou l'acétone; il cristallise par refroidissement. Tous les allophanates sont des corps cristallisés et inodores, à point de fusion caractéristique. Les allophanates d'alcools acycliques tertiaires et de phénols sont déjà saponifiés par l'eau bouillante, avec régénération de l'alcool.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Braun-Blanquet** : *Sur la découverte du* Laurus canariensis *Webb et Berth. dans les tufs de Montpellier.* L'auteur a trouvé dans la partie inférieure des tufs de Montpellier plusieurs grands fragments de feuille et une feuille tout entière de *Laurus canariensis*. Cette découverte confirme et accentue le caractère océanique et relativement chaud de la flore au temps de la formation de ce dépôt; elle permet en outre de le synchroniser avec les tufs des Aygalades qui datent de la dernière période interglaciaire. — M. **P. Bertrand** : *Relations des zones végétales* $A_1 A_2$ et $B_1 B_2$ *avec les niveaux marins du terrain houiller du nord de la France.* Le niveau marin de la passée du toit de Laure représente le plus élevé des horizons marins de la zone à *Nevropteris Schlehani* Stur et *Sphenopteris Hoeninghausi* Br. (zone A_2 de Zeiller). La zone à *Lonchopteris Bricei* Br. (zone $B_1 B_2$ de Zeiller) débute à 150 ou 200 m. sous le niveau marin de Poissonnière et s'étend à environ 500 m. au-dessus. — M. **L. Joleaud** : *Sur le rôle des chenaux maritimes nord-floridien et sud-caraïbien dans les migrations des Mammifères tertiaires et quaternaires.* L'auteur montre que les mouvements épirogéniques qui ont déterminé la formation des détroits nord-bétique et sud-rifain ont eu leur répercussion dans la mer des Antilles et amené la formation entre les deux Amériques d'un détroit nord-floridien, entre la Caroline, la Louisiane et la Floride, et d'un chenal sud-caraïbien, correspondant à la plaine des Llanos. Ces chenaux ont joué un rôle important dans les migrations des Mammifères tertiaires et quaternaires. — M. **J. Pellegrin** : *Sur la faune ichthyologique du Sahara oriental.* Les espèces de Poissons actuellement connues dans le Sahara oriental sont au nombre de 15; elles ont toutes un caractère nettement africain et appartiennent sans exception à la faune éthiopienne proprement dite. Ce sont les derniers restes d'une faune aquatique autrefois beaucoup plus riche et aujourd'hui en voie de disparition. — M. **L. Roule** : *Sur la pigmentation des alevins du Saumon* (Salmo salar *L.*) *et sur ses relations avec le premier séjour en rivière et la première migration à la mer.* L'auteur distingue 5 périodes dans le développement de ces alevins, depuis l'éclosion jusqu'à la migration de descente à la mer : périodes vésiculée, nue, écailleuse, de transposition pigmentaire, et migratrice. La pigmentation, faible au moment de l'éclosion, devient de plus en plus intense jusqu'au début de la 3e période; à la 4e, la plupart des ponctuations et des taches disparaissent, et il apparaît un pigment gris bleuâtre assez clair, dont la répartition aboutit à l'état de livrée migratrice. C'est seulement alors que l'alevin, quel que soit son âge, se rend à la mer. — M. **J. Amar** : *Ventilation pulmonaire et hématose.* L'auteur déduit de ses expériences les conclusions suivantes : 1° La ventilation pulmonaire augmente bien plus par l'amplitude que par la fréquence des respirations. 2° Les respirations lentes et profondes favorisent l'oxygénation du sang. L'hématose exige donc que la respiration développe en toutes circonstances un maximum de capacité pulmonaire.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 Avril 1919

Suite de la discussion sur la déclaration obligatoire de la tuberculose. MM. **D. Berthelot** et **Maunoury** exposent les raisons pour lesquelles ils y sont opposés. M. **H. Martel** montre la fréquence de la tuberculose bovine et la nécessité de prendre des mesures pour restreindre cette maladie et stériliser le lait et les sous-produits. — M. **L. Grimbert** : *La thérapeutique jugée par les chiffres.* L'auteur, se basant sur des documents fournis par la Pharmacie centrale des Hôpitaux de Paris, trace le tableau des fluctuations subies dans leur consommation par les principaux médicaments utilisés dans les services hospitaliers. De 1907 à 1917, il n'a été introduit comme médicaments nouveaux que la novocaïne (1908), l'argent colloïdal électrique (1909), l'arsénobenzol (1911), le novarsénobenzol (1912) et le galyl (1915). Quant aux autres médicaments, depuis 1906 tous les classiques sont restés stationnaires; quelques-uns, alors en baisse, se sont arrêtés en chemin et n'ont

plus varié : tels les cantharides, le cacodylate de soude, le sulfate de quinine, la caféine, le naphtol et le benzonaphtol. Sont en baisse : les antiseptiques, à l'exception du formol, les iodures, l'antipyrine, qui n'ont fait qu'accentuer leur mouvement de chute signalé en 1906. Il faut y ajouter aujourd'hui les bromures, l'eau oxygénée, le trional, le sulfonal, l'arsénobenzol, la glycérine, l'huile de foie de morue, l'extrait de quinquina et les ferments lactiques. Sont en hausse : novarsénobenzol, aspirine, formol, urotropine, théobromine, codéine, véronal, collargol, protargol, benzoate de soude, éther anesthésique, teinture d'iode, phosphate tricalcique et sirop iodotannique. — MM. **J. Genevrier** et **G. Heuyer** : *Etat sanitaire des enfants des écoles dans les régions libérées.* Les auteurs ont examiné les enfants des écoles de trois régions : 1° Lille, Roubaix, Tourcoing; 2° Maubeuge; 3° Charleville, Mézières, Sedan. Ils ont souffert surtout de la sous-alimentation, puis de l'insalubrité du logement, de l'insuffisance des vêtements chauds et des moyens de chauffage, des travaux imposés. Sur plus de 700 sujets, il y a, au point de vue anthropométrique, insuffisance du poids chez 100 % des enfants au-dessous de 6 ans, insuffisance de la taille et du poids chez 80 % des enfants de 12 à 13 ans. Tous ces enfants ont des thorax étroits qui se dilatent mal et ne savent pas respirer. La proportion des enfants atteints de micropolyadénopathie varie de 65 à 85 %. L'adénopathie trachéo-bronchique est de 20 % chez les enfants des écoles maternelles et de 60 à 75 % chez les enfants de 8 ans et de 13 ans. Pour remédier à cette situation sérieuse des enfants des régions libérées, dont l'avenir est compromis, il faut prendre rapidement des mesures précises : installation de cantines scolaires, réalisation des écoles de plein air, organisation de l'inspection médicale des écoles, enseignement de la gymnastique respiratoire, etc.

Séance du 6 Mai 1919

M. le Président annonce le décès de M. **P. Carles**, Correspondant de l'Académie.

L'Académie reprend la discussion du Rapport sur *la déclaration obligatoire de la tuberculose.* M. **E. Roux** rappelle que la cause de la tuberculose est le bacille tuberculeux et que la prophylaxie de cette maladie est commandée par les propriétés de ce microbe. Or le microbe est rejeté dehors avec les crachats, et il jouit d'une résistance particulière aux agents qui détruisent rapidement la plupart des autres virus. De plus, la tuberculose est une maladie chronique, de sorte que pendant des mois, parfois durant des années, ceux qui en sont atteints répandent le mal autour d'eux. Or aucun médecin n'hésite à faire la déclaration d'un cas de scarlatine, maladie contagieuse qui ne dure que quelques semaines et dont le virus ne persiste guère hors de l'organisme, et il se trouverait des médecins pour se refuser à déclarer la tuberculose, maladie dont la contagiosité est reconnue, qui est des plus meurtrières et des plus répandues et qui, circonstance aggravante, dure longtemps. Ces médecins n'iraient-ils pas vraiment contre toutes les données de la science et de la raison? La déclaration obligatoire s'impose donc. — M. **H. Martel** : *La consommation de la viande frigorifiée en France.* L'auteur divise les viandes frigorifiées en deux catégories : les viandes *réfrigérées*, simplement refroidies de — 1° à + 4°, et les viandes *congelées*, portées aux températures très basses de — 10° à — 15°. Les premières diffèrent des viandes fraîches en ce qu'elles sont devenues plus tendres; elles rappellent les viandes dites rassises. Les transformations qu'elles ont subies sont dues à l'autolyse des matières albuminoïdes et des graisses, et très peu à l'action des bactéries qui vivent à la surface des viandes. Leur valeur alimentaire n'a guère varié. Les viandes congelées présentent des modifications de composition d'un ordre tellement faible qu'elles sont pratiquement équivalentes aux viandes fraîches. Le froid ralentit, mais ne supprime pas les altérations des viandes dues à la contamination par des microbes.

Séance du 13 Mai 1919

L'Académie procède à l'élection de quatre Correspondants nationaux dans la Division de Médecine. MM. **P. Courmont, Lemoine, Pachon** et **P. Remlinger** sont élus.

M. **F. Bezançon** résume les arguments qui ont été apportés pour et contre la déclaration obligatoire de la tuberculose. M. **Vaillard** dépose un amendement qui reproduit le vote de l'Académie du 1er juillet 1913 sur la question. — MM. **Lannois** et **A. Sargnon** et Mme **Moutet** : *La radiumthérapie des tumeurs en oto-rhino-laryngologie.* D'une façon générale, les tumeurs malignes non épithéliomateuses sont très améliorées, guérissent souvent complètement sous l'influence du radium; mais les résultats sont moins bons dans l'épithéliome, surtout dans les épithéliomes qui ont les formes cliniques molles, ulcérées; les épithéliomes du type ectodermique avec globe corné indiquent au point de vue histologique une formule peu justiciable du radium ou tout au moins avec résultat douteux, souvent mauvais.

Séance du 20 Mai 1919

M. le Président annonce le décès de M. **H. Benjamin**, membre de la Section de Médecine vétérinaire.

L'Académie procède au vote des conclusions du rapport sur la *déclaration obligatoire de la tuberculose.* Après discussion, elle adopte, par 46 voix contre 21, l'amendement déposé par M. Vaillard et ses collègues et ainsi conçu : 1° Il est d'intérêt public que tout cas de tuberculose bacillaire ouverte soit obligatoirement déclaré, sitôt le diagnostic établi. 2° La déclaration sera adressée à un médecin sanitaire, tenu au secret professionnel, et qui veillera à l'exécution des mesures de prophylaxie, lorsque celles-ci ne seront pas assurées par le médecin traitant. 3° La déclaration entraîne l'obligation, pour les pouvoirs publics, de procurer aux tuberculeux nécessiteux les soins que réclame leur état, ainsi que l'assistance à leurs familles. L'Académie adopte également une série de propositions dues à MM. Reynier et Hayem et visant les mesures prophylactiques à prendre contre la tuberculose.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Mai 1919

M. **F. Dévé** : *Kystes hydatiques du foie et lithiase biliaire.* On constate la coexistence de calculs biliaires avec un kyste hydatique du foie. Tantôt il s'agit d'une simple coïncidence, tantôt la lithiase est en relation avec l'échinococcose hépatique, soit que la poche comprime un gros conduit biliaire, soit qu'elle communique avec la vésicule, soit enfin que le kyste se soit évacué dans la canalisation biliaire intra-hépatique. — MM. **M. Favre** et **A. Civatte** : *Les spirilles des végétations vénériennes.* Après fixation d'après Regaud et chromisation prolongée, l'hématoxyline au fer montre dans les végétations vénériennes en pleine poussée de très nombreux spirilles. Ces spirilles siègent dans la couche épidermique. Si celle-ci est mince, ils arrivent presque au contact du corps papillaire, mais n'y pénètrent jamais. On les trouve là, entre les cellules et dans les cellules elles-mêmes. Ces parasites ont peu d'affinité pour l'argent. Ceci peut expliquer bon nombre de résultats négatifs invoqués comme autant d'arguments contre l'hypothèse qui attribuerait une valeur étiologique à ces spirilles. — M. **Léopold-Lévi** : *Glandes endocrines et fièvre.* L'auteur a observé : *a*) une fièvre *endocrinienne pure* par action sur les centres thermogènes des hormones thyroïdiennes, lutéiniennes, surrénaliennes, hypophysaires; *b*) une fièvre favorisée par le terrain endocrinien ou les oscillations endocriniennes (des réflexes, par ex.); *c*) une fièvre exagérée du fait des

troubles endocriniens. Les glandes endocrines participent donc à l'élaboration de toute fièvre. — M. V. **Wallich** : *Sur la cause de l'hémorragie menstruelle.* On ignore pourquoi la femme et la guenon ont seules des règles parmi les femelles des Mammifères. Ne serait-ce pas à cause de la texture de leur utérus à fibres musculaires imbriquées d'aspect plexiforme? Dans les utérus de Mammifères autres que la femme et la guenon, les vaisseaux de la couche intermédiaire reçoivent le choc de la poussée congestive, qui agit ainsi faiblement sur les capillaires terminaux de la muqueuse. Dans l'utérus plexiforme de la femme et de la guenon, au contraire, le choc congestif n'est pas atténué dans les vaisseaux intra-musculaires, enserrés et peu élastiques; toute la poussée sanguine s'exerce dans les fragiles anses terminales des capillaires muqueux, qui se rompent, et l'hémorragie est constituée. L'hémorragie utérine des règles n'empêche donc pas de considérer comme analogues le rut et la menstruation. — M. **Pierre-Paul Lévy** : *Présence, dans l'urine normale, de filaments flexueux de nature spirochétidienne.* Il doit s'agir d'un spirochétidé vivant en saprophyte dans la vessie et peut-être dans le rein. Il serait intéressant de vérifier sur des coupes de reins sains si cette hypothèse est fondée et d'établir si ces microorganismes ne joueraient pas un rôle dans l'étiologie des néphrites chroniques. — M. **M. Arthus** : *L'antithrombine engendrée dans les intoxications protéiques est-elle exclusivement d'origine hépatique?* L'injection intraveineuse de venin de *Crotalus adamanteus* chez le lapin neuf provoque la production d'antithrombine, alors même que, par des ligatures posées sur l'aorte diaphragmatique, la veine porte et la veine sus-hépatique, on a supprimé toute intervention du foie. — M. **M. Molliard** : *Obtention artificielle de pétales panachés chez l'Œillette blanche.* Les pétales normalement blancs restent susceptibles de produire un pigment anthocyanique quand on les expose de bonne heure à la lumière solaire; mais, dans les conditions normales, ils ont perdu cette faculté au moment de l'anthèse. On est donc en présence d'une race végétale dont l'un des caractères, la couleur blanche des pétales, provient de la disjonction dans le temps des divers facteurs qui concordent à la formation du pigment. — M. **E. Laguesse** : *Sur la structure des papilles et de la couche superficielle du derme chez l'homme.* Le tissu conjonctif des papilles est constitué par une variété de *tissu réticulé alvéolaire.* Les noyaux se trouvent de place en place dans les points nodaux entourés d'une petite quantité de cytoplasme granuleux; tout le reste du corps et les prolongements ont en général subi la transformation en un exoplasme amorphe précollagène qui constitue le réseau alvéolaire. — M. **E. Laguesse** : *Sur la membrane vitrée basale sous-épidermique.* Les cloisons limitantes de la dernière rangée d'alvéoles s'unissent en un tout continu pour constituer la membrane basale; une partie des cellules conjonctives se trouve incluse dans son épaisseur; les plus fines fibres conjonctives et élastiques viennent s'y perdre. — M. **M. Arthus** : *Anaphylaxie passive du lapin.* Le lapin peut présenter une anaphylaxie passive; les conditions de sa manifestation sont plus strictes qu'elles ne sont chez le chien et le lapin. Le lapin est préparé par injection préalable de sang défibriné ou de sérum sanguin de lapin activement anaphylactisé. — M. **M. Arthus** : *Recherches sur le venin des Abeilles.* Le venin des Abeilles présente les caractères des venins protéotoxiques injectés dans les veines : il provoque une chute de pression, une accélération respiratoire, une diminution de la coagulation du sang chez le lapin, etc., avec prédominance très marquée des accidents intestinaux. — MM. **T. Kumagai** et **S. Osato** : *Sur la sécrétion interne du pancréas.* Les auteurs montrent que la sécrétion interne prend la voie de la lymphe et que l'hormone pancréatique qui régularise le métabolisme de l'hydrate de carbone est obtenue à l'état concentré dans la lymphe du canal thoracique après injection de pilocarpine. — M. **A. Distaso** : *Peut-on créer une nouvelle fonction dans l'organisme animal?* L'auteur a essayé sans succès de faire apparaître la lactase dans l'intestin du rat par injection ou ingestion prolongée de lactose. Il ne croit pas qu'il soit possible de créer une nouvelle fonction dans l'organisme animal. Pour lui la production des anticorps par l'organisme serait due à l'hypertrophie d'une fonction déjà existante.

Séance du 10 Mai 1919

M. **A. Guilliermond** : *Sur une levure à copulation hétérogamique.* Un peu avant la sporulation, la plupart des cellules cherchent à s'unir au moyen de petits becs, mais un petit nombre seulement arrivent à se réunir : la copulation s'effectue en général entre une grosse cellule adulte et une petite cellule jeune, mais elle peut s'accomplir aussi entre deux cellules semblables. Tout le contenu de l'une passe dans l'autre, qui devient l'asque. Les asques ne se forment qu'en très petit nombre et beaucoup par parthénogénèse. La levure manifeste donc une double tendance à perdre sa sexualité et sa fonction sporogène. — MM. **Nicolas** et **Faivre** : *L'histogénèse des néoplasmes épithéliaux.* Les épithéliomas spino-cellulaires sont pourvus de filaments spiralés basaux, que l'on retrouve développés dans l'assise malpighienne basale de l'épiderme normal. Par contre, les *épithéliomas* dits *baso-cellulaires* sont dépourvus de ces filaments. Pour trouver des éléments cellulaires qui se rapprochent des cellules des épithéliomes dits baso-cellulaires, il faut s'adresser à l'appareil sébacéopilaire. Ces observations remettent en question l'origine exacte des différents types d'épithéliomas cutanés. — M. **J. Chaussin** : *Débits urinaires diurne et nocturne.* En laissant de côté l'influence du repas et de l'élimination exagérée d'eau qui suit, on trouve pour l'eau un taux d'excrétion diurne et un taux d'excrétion nocturne, ce dernier étant notablement plus faible que le taux diurne. Ce fait physiologique a été retrouvé dans les expériences de l'auteur, au cours des régimes habituellement pratiqués. Mais, sous l'action d'une forte dose de sel ingéré, ou dans un régime hyperazoté, ou par un effet combiné des deux, on peut obtenir un aspect inversé du phénomène. — M. **J. Phocas** : *Hyperglycémie adrénalinique.* L'auteur présente une série de dosages du sucre virtuel du sang faits avant et après l'injection d'adrénaline chez des lapins bien nourris et chez des lapins tenus à jeun : le sucre virtuel du sang des lapins bien nourris ne paraît pas influencé par l'injection de l'adrénaline. Mais les substances qui pourraient libérer du glucose sous l'influence de l'adrénaline peuvent toujours être immédiatement reformées par du glucose provenant du glycogène hépatique. Par contre, les résultats ont été beaucoup plus nets sur les lapins à jeun, et la diminution du sucre virtuel sous l'influence de l'adrénaline devient chez eux évidente. — MM. **L. Boez** et **E. Duhot** : *La réaction de fixation avec les antigènes de Calmette et Massol et le pronostic de la tuberculose pulmonaire.* La présence des anticorps tuberculeux est un indice de haute valeur en faveur de l'existence d'une tuberculose pulmonaire en activité. Si l'on considère les divers stades de la tuberculose, la courbe des anticorps s'élève pendant la première et la deuxième période, se maintient ou s'accroît au début de la troisième période; à la phase ultime les anticorps peuvent disparaître brusquement. Si l'on considère le mode évolutif de la tuberculose, il n'y a guère de parallélisme entre la teneur du sérum en anticorps et la gravité ultérieure de la maladie, et les anticorps ne peuvent être considérés comme des éléments essentiels de la défense contre l'infection tuberculeuse. : Avec la cutiréaction il n'existe aucune relation nécessaire de coexistence ou d'intensité. — M. **E. Doumer** : *Action diurétique du riz.* Au cours de l'enquête qu'il a faite en 1917 (et dont il commence aujourd'hui la publication) sur les causes de l'amaigrissement rapide et profond des populations dans les pays envahis, M. Doumer a constaté que l'ingestion de riz s'accompagne souvent d'une diurèse extrêmement abondante. Dans cette première

note. l'auteur se contente de montrer et d'établir ce fait. Mais cette action est-elle réelle ou apparente? est-elle directe ou indirecte? M. Doumer réserve sa réponse pour le jour où il aura exposé le processus de cet amaigrissement et où il en aura donné l'explication. — M. G. **Mangenot** : *Sur la formation des asques chez l'*Endomyces Lindneri *Saito*. Les anastomoses, précédant les asques, vestiges de gamètes devenus non fonctionnels, apparaissent entre l'avant-dernière cellule et la dernière cellule d'un filament. Puis cette dernière cellule se divise et donne un bouquet d'asques. Souvent, l'anastomose ne bourgeonne pas d'asques; lorsqu'elle en bourgeonne, il existe parfois entre elle et les asques une file de cellules.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 *Mai* 1919

M. **Poucholle** présente un remarquable appareil réalisé par M. Gueugnon pour le Laboratoire de l'École normale de l'Enseignement technique. En principe, c'est une machine d'Atwood convenablement modifiée pour permettre non seulement l'étude des principes fondamentaux de la Dynamique, mais pour fonctionner en machine Morin, produire et inscrire les mouvements périodiques, les combiner, réaliser notamment les courbes de Lissajous et les courbes périodiques complexes résultant de la superposition des harmoniques de la série de Fourier[1].

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 11 *Avril* 1919

MM. **P. Nicolardot** et **Reglade** : *Dosage du zirconium*. Avant de procéder à une étude méthodique de l'emploi du zirconium en métallurgie, il importait de trouver une méthode permettant de doser exactement le zirconium. MM. Nicolardot et Reglade ont étudié tout spécialement dans ce but la précipitation du zirconium par les phosphates alcalins en milieu acide, utilisée déjà par Hillebrand pour l'analyse des roches. Ils indiquent quels résultats ils ont obtenus en présence du chrome, de l'aluminium et du fer au *maximum* et au *minimum*, et quelles conditions leur paraissent être les plus favorables pour réaliser un dosage exact du zirconium dans les divers alliages et aciers. — M. **Marc Chauvierre** présente à la Société un mémoire *sur une nouvelle classification périodique des éléments*. En portant en abscisses les poids atomiques, en ordonnées les valences principales des éléments (de zéro à quatre), et en plaçant les corps d'une même famille et de poids atomiques rapprochés au-dessus de la valence IV, on obtient une courbe périodique, dont la période est double. Cette courbe, construite par points successifs, est remarquablement régulière. La période de la courbe est en moyenne de 48 unités. Les éléments que l'on retrouve périodiquement sur la courbe ont des propriétés chimiques générales semblables, et correspondent rigoureusement aux groupements actuels des éléments. Les deux premières périodes sont incomplètes, et la période se trouve réduite des deux tiers. Pour éviter que des éléments de propriétés différentes, mais de même valence, soient sur une même ligne, on peut développer cette courbe dans l'espace sous forme de vis lemniscatique; on peut aussi mettre les éléments dans un tableau à double entrée semblable à celui de Mendeleef : ceux-ci se trouvent alors rangés par groupes ayant des propriétés chimiques générales semblables. Cette classification permet de faire certaines considérations sur l'évolution inorganique et la radioactivité. — M. **J. Bougault** rectifie les résultats présentés dans ses précédentes communications sur les acidylsemicarbazides et les acidylhydroxamides. La composition de ces corps diffère de celle annoncée par une molécule d'eau en moins. Leur constitution devra également être modifiée.

1. Pour la description de l'appareil consulter : 1° le *Bulletin de l'Enseignement technique* (Librairie Vuibert), numéro du 30 mars 1918, et numéro du 26 avril 1919; 2° le *Bulletin de l'Union des Physiciens* (février-mars 1919).

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 6 *Mars* 1919

Sciences physiques. — M. **L. F. Richardson** : *Mesure de l'eau dans les nuages*. Les mesures photométriques permettent de déterminer la quantité d'eau dans les nuages en fonction du diamètre des gouttelettes du nuage. Pour les nuages légers, à travers lesquels on aperçoit le Soleil, il suffit de mesurer le contraste d'éclat entre le ciel et le Soleil. Pour les strates uniformes épaisses, on mesure la lumière totale transmise à la terre en fraction de la lumière solaire incidente. Si le nuage était comprimé en une lame horizontale homogène, d'eau ou de glace suivant la température, l'épaisseur de cette lame, exprimée en multiples du diamètre des gouttelettes du nuage, serait : pour les cirrus, cirro-stratus et cirro-cumulus, en moyenne 0,5; pour les stratus qui permettent juste d'apercevoir le Soleil, 4,1 (la distance du Soleil au zénith étant de 49°); pour un strato-nimbus ordinaire, 24.

Séance du 13 *Mars* 1919

Sciences naturelles. — M. **W. L. Balls** : *Existence d'anneaux de croissance journalière dans la paroi cellulaire des fibres de coton*. L'auteur avait déduit la probabilité de l'existence de tels anneaux de croissance de ses études sur la physiologie et le milieu du cotonnier en Egypte; mais, comme leur épaisseur doit être submicroscopique, il n'a pu en obtenir que récemment la preuve directe. Le gonflement de la paroi par l'hydratation qui suit la formation du xanthate de cellulose, la numération des couches ainsi devenues plus épaisses, et l'étude comparative des poils de vesce, ont montré que chaque anneau correspond à la cellulose déposée pendant la croissance d'une nuit.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Section de Birmingham

Séance du 12 *Décembre* 1918

M. **D. F. Twiss** : *Le caoutchouc considéré comme un colloïde*. Le latex des plantes à caoutchouc se comporte à plusieurs points de vue comme une suspension colloïdale négative inorganique simple; des méthodes analogues de coagulation ou de précipitation sont applicables dans les deux cas. Dans le cas de la coagulation du latex par une très faible proportion d'acide, ou de la coagulation spontanée, le processus paraît dépendre de la présence d'une enzyme, et être analogue à ce point de vue au caillage du lait par la présure. Le caoutchouc brut est un colloïde du type émulsoïde, donnant des solutions de divers degrés de dispersité dans différents solvants. Comme beaucoup de colloïdes dans des conditions convenables, il exerce une action d'adsorption marquée et un effet de solvant. Ces caractéristiques ont une grande influence sur la composition du caoutchouc brut et sur la façon dont il se comporte avant et après vulcanisation. La synthèse artificielle du caoutchouc est rendue plus difficile par la nature colloïdale du produit désiré.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNEE N° 12 30 JUIN 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 2 juin, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Chimie, en remplacement de M. Jungfleisch, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. Em. Bourquelot; 2° M. G. Urbain ; 3° MM. A. Béhal, E. Blaise, M. Delépine et P. Lebeau. A cette liste, l'Académie avait adjoint les noms de MM. A. Colson et C. Matignon.

L'élection n'a pas nécessité moins de 4 tours de scrutin, au cours desquels les voix se sont réparties comme suit :

	1er tour	2e tour	3e tour	4e tour
M. E. Bourquelot	13	16	22	33
M. G. Urbain	10	8	2	—
M. A. Béhal	12	12	10	—
M. A. Colson	21	19	20	21
M. C. Matignon	—	—	1	—

M. E. Bourquelot, ayant finalement recueilli la majorité des suffrages, a été déclaré élu. Le nouvel académicien, qui est professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie et membre de l'Académie de Médecine, est l'auteur de nombreux travaux de Chimie végétale, ayant porté principalement sur les fermentations, les ferments solubles et la réversibilité de leur action, les glucosides et leur synthèse biochimique, etc.

§ 2. — Chimie physique

Matière et lumière. Essai de synthèse de la Mécanique chimique. — M. Jean Perrin[1] vient de publier sous ce titre une étude extrêmement curieuse, riche d'idées pouvant provoquer des recherches nouvelles et qui nous a paru, à ce titre, mériter d'être signalée aux lecteurs de cette *Revue*. Nous ne pourrons indiquer, dans cette analyse forcément brève, que les points qui nous ont paru essentiels. Nous renverrons au mémoire original le lecteur qui désirerait approfondir les différents aspects de l'hypothèse de M. Perrin et prendre connaissance des vérifications déjà indiquées.

1. La nature des forces chimiques qui maintiennent réunis les atomes d'une même molécule est demeurée jusqu'ici mystérieuse. On a seulement pu reconnaître qu'à bien des égards les liaisons entre atomes se comportent comme des barres d'assemblage unissant deux à deux les atomes et constituant chacune ce qu'on appelle une *valence*. Cela pourrait faire supposer que les atomes chimiquement combinés exercent les uns sur les autres des forces d'espèce inconnue dont nous n'avons pas d'exemple entre les corps qui sont à notre échelle. M. Perrin a été amené à penser « qu'il s'agit plus probablement de forces électromagnétiques agissant entre centres chargés mobiles, et les organisant en systèmes stationnaires dont les propriétés ne peuvent pas varier de façon continue ». Il a essayé de montrer « qu'une relation nécessaire existe entre les forces chimiques et la lumière, les valences ne pouvant être nouées ou dénouées sans qu'il y ait émission ou absorption de lumière. En sorte que la Mécanique chimique tout entière devient un chapitre des rapports entre la Lumière et la Matière. Il est bien entendu que par *lumière* il faut entendre tout le spectre des radiations électromagnétiques qui s'étend de l'extrême infrarouge à l'extrême ultraviolet, et non pas seulement la petite partie de ce spectre qui se trouve capable, en excitant notre œil, d'éveiller en nous des sensations visuelles. »

2. On sait que les vitesses de réaction sont extrêmement sensibles aux variations de température. Au voisinage de la température ordinaire, une élévation de 10° multiplie chaque vitesse de réaction par un nombre généralement compris entre 2 et 3 ; ainsi, la transformation de l'acide dibromo-succinique par l'eau devient 3.000 fois plus rapide quand on passe de 15° à 100°. Arrhénius a indiqué une formule simple qui exprime l'influence de la température sur la constante de vitesse, soit :

$$k = se^{-\frac{a}{T}}, \qquad (1)$$

1. *Ann. de Physique*, janvier 1919.

a et s désignant deux constantes à choisir convenablement pour chaque réaction.

L'influence considérable des variations de température sur les vitesses de réaction est demeurée énigmatique.

On a bien essayé de faire intervenir la violence plus ou moins grande des chocs moléculaires. Mais cette explication ne semble pas devoir être retenue. Dans les seuls cas où l'on peut observer des effets sûrement produits par des chocs très violents entre molécules chargées ou neutres, on constate une ionisation abondante. Or une telle ionisation (qui, même faible, est facile à déceler) n'accompagne généralement pas les réactions chimiques ordinaires. Et cela n'est pas en accord avec une théorie des ruptures de valences à la suite des chocs, puisque nous voyons que ceux-ci détachent des « corpuscules » plutôt que des atomes quand ils sont assez violents pour agir. Enfin, objection plus grave encore, la vitesse de dissociation, à température constante, d'une masse déterminée d'un gaz A suivant une réaction du genre $A \rightarrow A'_1 + A'_2$ ne dépend pas de la dilution. Si la masse occupe 10 fois plus de place, avec une concentration donc 10 fois moindre, il s'en transformera 10 fois moins par unité de volume, soit autant en tout. Si les ruptures de molécules étaient produites par les chocs, elles devraient devenir plus fréquentes et rendre ainsi la dissociation plus rapide quand la concentration du gaz augmente. D'où l'on peut conclure que le nombre des chocs n'a aucune influence sur la vitesse de dissociation.

M. Perrin a cru pouvoir trouver l'explication de l'influence de la température dans une action de la lumière, et il propose le postulat suivant : « *Toute réaction chimique est provoquée par une radiation lumineuse ; sa vitesse est déterminée par l'intensité de cette radiation, et ne dépend de la température que dans la mesure où cette intensité en dépend.* » M. Perrin admet, en outre, que la vitesse de réaction est proportionnelle à l'intensité de la radiation excitatrice.

3. Ces réactions peuvent être, le plus souvent, considérées comme se produisant dans une enceinte opaque, de température uniforme, où ne pénètrent pas de radiations venues de l'extérieur. En disant, par exemple, que c'est le cas pour du sucre dissous en cours d'interversion, on rappelle simplement que rien n'est changé dans la réaction si on prend soin de mettre à l'abri de la lumière du jour, dans une enceinte métallique, le verre où se trouve la solution sucrée. Or, une enceinte opaque, à température uniforme, est nécessairement emplie de lumière en équilibre statistique où toutes les radiations visibles et invisibles se trouvent représentées par une loi fixée. Les expériences sur le pouvoir émissif du corps noir indiquent pour l'intensité relative à une radiation de fréquence ν la formule :

$$(2) \qquad I_\nu = \frac{C\nu^3}{e^{\rho\frac{\nu}{T}} - 1},$$

C désignant un facteur constant à peu près égal à 4.10^{-47} dans le système C. G. S et ρ une constante universelle peu différente de $\frac{1}{2}\,10^{-10}$.

Toute vitesse de réaction peut alors être mise sous la forme :

$$(3) \qquad v = \frac{s}{e^{\rho\frac{\nu}{T}} - 1} C_A = kC_A,$$

où ν désigne la fréquence active, ρ une constante universelle, s une constante chimique particulière à la réaction et C_A une fonction des concentrations partielles des divers corps réagissants, indépendante de la température.

L'équation (3) peut encore s'écrire :

$$(4) \qquad d\log v = d\log k = -d\log\left(e^{\rho\frac{\nu}{T}} - 1\right).$$

M. Perrin désigne sous le nom d'*accélération thermique* la dérivée $\frac{d\log v}{dT}$. Dans cette équation, la radiation ne figure plus que par sa fréquence : *deux réactions sensibles à la même radiation sont donc accélérées de la même manière par un même accroissement de température.*

On peut d'ailleurs négliger le plus souvent l'unité vis-à-vis de l'exponentielle $e^{\rho\frac{\nu}{T}}$; les équations (3) et (4) deviennent alors :

$$(3^{bis}) \qquad v = se^{-\rho\frac{\nu}{T}} C_A = kC_A ;$$

$$(4^{bis}) \qquad \frac{d\log v}{dT} = \frac{\rho\nu}{T^2}.$$

La formule (3 *bis*) est indentique à la formule (1) établie expérimentalement par Arrhénius, dont la constante a se trouve explicitée sous la forme :

$$(5) \qquad a = \rho\nu,$$

qui permet le calcul de ν connaissant a.

Si l'on considère, par exemple, l'interversion du saccharose, la constante a est égale à 12.800. La formule (5) indique alors une fréquence $\nu = 2{,}8.10^{14}$, soit une longueur d'onde active $\lambda = 1\mu{,}12$. C'est là un infrarouge (octave grave du jaune verdâtre) présent en proportion appréciable dans le spectre du corps noir à la température ordinaire (à peu près comme le violet dans le spectre d'un four chauffé à blanc). Les données relatives à l'accélération thermique de réactions bien étudiées fournissent des longueurs d'ondes excitatrices comprises entre $2{,}56\ \mu$ et $1\ \mu$. Ce sont là des valeurs acceptables.

4. Quand il y a équilibre entre deux réactions inverses, on sait que cet équilibre est d'autant plus influencé par les variations de température que l'énergie de la réaction est plus grande, ce qu'exprime l'équation de Gibbs-Van't Hoff :

$$(6) \qquad \frac{d\log\frac{k}{k'}}{dT} = \frac{U}{RT^2}.$$

Si, dans cette équation, on explicite les constantes de vitesses k et k' en fonction des fréquences ν et ν' qui produisent les deux réactions inverses, soit :

$$k = e^{-\rho\frac{\nu}{T}} \qquad k' = e^{-\rho\frac{\nu'}{T}},$$

on obtient la relation très simple :

$$R\rho(\nu - \nu') = U,$$

ou bien, en désignant par H le produit $R\rho$,

$$(7) \qquad U = H(\nu - \nu').$$

L'énergie absorbée par une réaction chimique s'obtient donc en multipliant par un nombre fixe l'écart des fréquences qui provoquent et renversent la réaction.

Le rôle de la lumière, d'après M. Perrin, est toujours de fournir un apport notable d'énergie. Quand une réaction $A \rightleftarrows A'$ se produit dans le sens AA', il y a absorption d'une énergie W sous la forme d'un rayonnement ν et émission d'énergie W' sous la forme d'un rayonnement ν' ; l'énergie mise définitivement en jeu dans la transformation est W — W'. L'inverse a lieu si la réaction s'effectue dans le sens A'A. Toute réaction chimique réversible s'accompagne donc de fluorescence ou de phosphorescence au sens général de ces mots.

On a donc :

$$(8) \qquad U = W - W',$$

W et W' désignant les quantités des rayonnements

ν et ν' qui transforment A en A et A' en A. D'autre part, l'équation (7) donne :

$$U = H - H_0.$$

On est donc probablement fondé à écrire, H étant un nombre fixe :

$$(9) \qquad W = H_\nu, \qquad W = H_{\nu'}.$$

D'où l'énoncé suivant : « De la matière ne peut passer d'un état initial stable, constitué par une unité moléculaire définie, à un état final stable, constitué par une autre unité moléculaire définie, qu'en absorbant une lumière excitatrice déterminée et en rayonnant une autre lumière déterminée. Cette absorption et cette perte d'énergie (dont la différence mesure l'énergie de la réaction) sont égales, à un facteur universel près, aux fréquences de la lumière absorbée et de la lumière émise. »

Si l'on rapporte les phénomènes aux molécules et non aux molécules-grammes, on aura :

$$w = h\nu \text{ et } w' = h\nu',$$

h étant une constante universelle : « Une molécule ne se transforme en une autre molécule qu'en absorbant et en émettant de la lumière; elle gagne et elle perd alors de l'énergie par « quanta » respectivement égaux, au facteur h près, aux fréquences des radiations absorbées et émises. »

On retrouve ainsi l'hypothèse des quanta formulée par Planck, mais légèrement modifiée : Quand certaines conditions favorables se trouvent réalisées, la radiation de fréquence ν amène, en lui cédant le quantum $h\nu$, la matière qui se trouvait dans l'état d'équilibre stable a, jusque dans un état d'équilibre instable intermédiaire, d'où elle « retombe », spontanément, dans l'état a' en rayonnant une autre lumière définie de fréquence ν'.

5. Voici quels sont les principes essentiels de la théorie proposée par M. J. Perrin. Dans la deuxième partie de son Mémoire, il applique cette théorie à l'explication de phénomènes fort différents : catalyses; phosphorescences atomiques; radioactivité; changements d'état, etc. « J'ai tenté de montrer, conclut-il, qu'on peut développer une théorie cohérente qui voit dans la lumière la cause des réactions chimiques et qui élucide et rapproche des classes de phénomènes au premier abord assez dissemblables. Dissociations ou combinaisons, phosphorescences, radioactivité, changements d'état physique, semblent obéir à une même loi fondamentale par où se traduit, à notre échelle, la physique intérieure à l'atome. »

A. B.

§ 3. — Chimie industrielle

Nouveau procédé de cémentation au moyen d'un bain de sels. — A côté du procédé ordinaire de cémentation, qui consiste à chauffer les objets à cémenter au contact de poudres susceptibles de leur céder du carbone, il existe une autre façon d'opérer par immersion dans du cyanure de potassium fondu. Ce dernier procédé est coûteux et surtout excessivement dangereux par suite de l'emploi du cyanure de potassium. Avec le procédé Shimer, l'on opère encore la cémentation par immersion des pièces dans un bain de sels fondus, mais les sels employés ne sont nullement toxiques. Ce sont des chlorures de métaux alcalins (sodium, potassium) et alcalino-terreux (baryum, calcium). Ce mélange ne possède aucune propriété de cémentation; pour la lui communiquer, on lui incorpore de la cyanamide calcique à raison de 5 °/₀ du poids des sels fondus.

Dès que la cyanamide est placée dans les sels, il se produit un vif dégagement gazeux, qui se continue tant que la cyanamide est active. Ce dégagement gazeux brasse le bain, assurant une bonne répartition de la chaleur dans toute la masse. Les objets à cémenter sont plongés dans le bain et y sont laissés un temps variable selon l'importance de la cémentation que l'on veut obtenir; ils sont ensuite retirés du bain et trempés dans un liquide approprié de refroidissement, tout comme dans les procédés ordinaires.

Ce procédé est nettement supérieur au procédé au cyanure, tant au point de vue économique qu'au point de vue de la salubrité.

M. Desmarets.

La stabilisation de l'hypochlorite de chaux. — On sait que l'hypochlorite de chaux exposé à l'air se décompose peu à peu, et cela d'autant plus rapidement que la température est plus élevée. A la requête du Département des Munitions aux Indes, M. A. N. Meldrum a étudié les moyens de stabiliser l'hypochlorite de chaux et il a obtenu les résultats suivants[1] :

L'hypochlorite de chaux commercial contenant toujours de l'eau, il a recherché l'effet que produirait sa déshydratation, et pour cela il l'a soumis à l'action des quatre agents hygroscopiques suivants : soude caustique en poudre, chlorure de calcium (basique) en grains, pentoxyde de phosphore et acide sulfurique. Des poids égaux d'hypochlorite étaient placés dans des dessiccateurs avec ces divers déshydratants, et on déterminait à intervalles réguliers la perte de poids et le « chlore actif ».

Les expériences ont montré que l'hypochlorite est plus rapidement desséché par les agents alcalins (soude caustique et chlorure de calcium basique) que par les agents acides (pentoxyde de phosphore et acide sulfurique), et aussi que la tendance de l'hypochlorite à perdre du « chlore actif » est fortement réduite par la dessiccation.

L'hypochlorite, au cours de la dessiccation, perd non seulement de l'eau, mais du chlore, qui est absorbé par les déshydratants alcalins; cette quantité est faible, toutefois. La dessiccation peut être obtenue plus rapidement en présence de P^2O^5 que de NaOH, si l'on ajoute au premier un absorbant pour le chlore; un mélange de chlorure mercurique et de mercure peut remplir ce rôle.

L'hypochlorite de chaux desséché par l'un des moyens ci-dessus contenait plus de 25 °/₀ de « chlore actif » au bout d'une année.

§ 4. — Chimie biologique

Recherches récentes sur la biochimie des hydrates de carbone. — Les plantes vertes réalisent aux dépens de CO^2 et H^2O la synthèse de molécules hydrocarbonées simples, « oses », dont la condensation peut donner une série de composés à poids moléculaire élevé, ou « anes ». Des « anes » s'accumulent dans les cellules (amidon...); d'autres, fixant des composés aromatiques ou s'incrustant de sels minéraux, servent à l'édification des membranes végétales. Le *bois* (lignine ou vasculose) est composé de manno-celluloses chez les Cycadées et les Conifères, de xylane + hadromal chez les Angiospermes, de xylane + sphagnol chez les Muscinées. Les *gommes* sont des mélanges d'arabanes, de galactanes avec des composés calciques et des oxydases. Les *composés pectiques* et les *hémicelluloses* sont des mélanges d'arabanes, de xylanes, de galactanes, de galacto-arabanes et de mannanes. Les *mucilages* sont des manno-celluloses.

Ces « anes » peu assimilables peuvent, par hydrolyse chimique ou biologique, se transformer en « oses[2] ».

1. *Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XXXVIII, n° 6, p. 80 T; 31 mars 1919.

2. Plimmer : Pract. org. and bio-chem., p. 184, 205, 211, 213, 303, 468. Longmans, Green and Co., Londres, 1918. — Moureu : Chim. organ. Gauthier-Villars, Paris, 1917.

TABLEAU I

ANES	OSES	
	Polysaccharides.	— Monosaccharides
		Dioses.
		Trioses.
		Tétroses.
Pentosanes :		**Pentoses :**
Arabanes		Arabinoses.
Xylanes		Xyloses.
		Ribose.
Pento-hexosanes :		
Lignocelluloses		
Hémicelluloses.		
Méthylpentosanes :		**Méthylpentoses.**
(Glucosides)		Rhamnose.
Fucosanes		Fucose.
Hexosanes :		**Hexoses :**
Maltosanes :		
Amidon, Dextrines	Maltose	Glucose.
Glucosanes :		
Cellulose	Cellose	Id.
Glycogène		Id.
Mannanes		Mannose.
Mannocelluloses.		
Galactanes		Galactose.
(Chitine)		*d*-glucosamine.
Fructosanes :		
Inuline		Fructose.
		Sorbose.
(Glucoprotéines) (Mucines, Mucoïdes)		(Glucosamines).

I. — La pénurie des aliments hydrocarbonés pendant la guerre fit employer aux usages industriels, ou transformer en aliments assimilables, les *anes* des membranes végétales[1], des bois, des pailles, des algues.

De simples traitements mécaniques (broyage, hachage) transforment en fourrage des plantes à piquants (*Yucca* [Soap-Weed], *Agave*, *Dasylirion* [Sotol], *Nolina*[2]). — Le broyage et la digestion diastasique transforment les foins en *tourteaux* digestibles (Gain[3]).

L'hydrolyse partielle augmente la digestibilité de la paille. Les épis égrénés du maïs peuvent, par traitement sulfurique, fournir du xylose, du glucose et divers succédanés[4] :

Epis de maïs
- adhésif (succédané des dextrines).
- ac. acétique.
- glucose.
- xylose
  - lactose gulonique.
  - xylotol.
  - ac. acétique.

Les produits d'hydrolyse des sciures de bois ou des gommes d'eaux résiduaires de papeteries et de sucreries sont des sucres fermentescibles que des levures peuvent transformer en alcool[5].

II. — Il est important d'étudier le métabolisme des hydrates de carbone dans la plante vivante, de chercher à quel moment la plante saine contient la plus grande proportion des hydrates de carbone les plus assimilables[6], de connaître les troubles causés par les maladies. Toute maladie réduit la photosynthèse : les grains de blé momifiés par des Bactéries ne contiennent pas d'amylo-leucites bleuissables (Dufrénoy) et, dans les plantes atteintes de mosaïque, les aires chlorotiques contiennent moins de sucres et d'amidon que les aires vertes[7]. Cependant, ne pouvant les utiliser à leur métabolisme, les plantes malades accumulent souvent les hydrates de carbone; le dépôt d'amidon peut s'exagérer dans les cellules infectées[1], et R. H. True montre que les épinards atteints de mosaïque, à croissance retardée, accumulent au sommet des tiges une proportion d'amidon double de la normale[2] :

% du p. s.	Sucres réduct.	Saccharose	Amidon
	—	—	—
Epinards sains	1,92	14	8
— mosaïques	1,53	28	10,5

III. — Aux basses températures (—3°), les polyglucoses sont rapidement clivés en mono et disaccharides solubles et osmotiques, dont l'accumulation abaisse le point de congélation du suc cellulaire[3].

Aux températures élevées des déserts l'accélération des processus respiratoires cataboliques oxyde rapidement les monosaccharides, tandis que les polyglucoses persistent.

La perte d'eau modifie dans le même sens l'équilibre hydrocarboné : quand la teneur en eau s'abaisse, la proportion des mono et des disaccharides diminue dans la plante, — tandis que, d'autre part, la proportion et la quantité absolue des pentoses augmentent[4].

L'hydrolyse de l'amidon en saccharose procède en l'absence d'O; elle est inhibée par une pression d'O de 3 atm. qui permet encore l'hydrolyse du saccharose dans les cellules tuées[5].

IV. — Les sucres en C^2, C^3, C^4 paraissent inassimilables, et, par exemple, la gelée des *Bact. Radicicola*[6] ne se forme pas aux dépens des sucres contenant moins de 5 C. La valeur nutritive des pentoses même est mal connue. Ce sont des « aliments respiratoires », qui, chez les *Opuntia* affamées, sont consommés au même titre que les hexoses. Ce sont des aliments assimilables pour les Champignons, les Bactéries, les plantes vertes[7].

Les pentoses s'accumulent dans les membranes végétales (composés pectiques), surtout chez diverses Bactériacées (barégine [Dufrénoy]) et Algues (gélose; fucosanes[8]).

Dans les débris végétaux qui se sédimentent, les pentosanes sont rapidement détruits par la faune détritivore du fond[9], ou par les fermentations génératrices de gaz, de pétroles et de bitumes[10].

En résumé, de nombreux travaux récents ont eu pour but la plus grande production des hydrates de carbone et leur meilleure exploitation, par l'extension de l'aire de culture des plantes à fécule ou à sucre[11], par la sélection de variétés productrices et résistantes[12] et la lutte contre les maladies, par l'utilisation d'aliments nou-

1. MALLÈVRE : *Ann. Sc. Agr.*, t. XXXIV, p. 46; 1917.
2. WOOTON : Desert plants as emergency stock feed. *U. S. Dept. Agr. Bull.* 728, pl. I-VII; 18 déc. 1918.
3. GAIN : *C. R. Ac. Agric.* 1918; *Rev. gén. Sc.*, p. 383, 30 juin 1918, et 720, 30 déc. 1918.
4. F. B. LA FORGE : *Scient. Amer.*, p. 273; 5 oct. 1918.
5. *Sc. Amer.*, p. 230; 16 mars 1918. Cf. PELLET : *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXIII, p. 274; 1916.
6. MALLÈVRE : *l. c.*, p. 57.
7. FREIBERG : *Ann. Mo. Bot. Gard.*, t. IV, p. 185; 1917.

1. Goebel, Smith, Nordhausen, Halster, Myoshi, Hartig, Woronin, Dufrénoy, Weir.
2. R. H. TRUE et L. A. HAWKINS : Carbohydrate product. in healthy and in blighted spinach. *J. Agric. Res.*, t. XV, n° 7, p. 381-4; 18 nov. 1918.
3. R. B. HARVEY : Hardening process in Plants and dev. from frost injury. *J. Agric. Res.*, t. XV, n° 2; oct. 1918. — Cf. *Rev. gén. Sc.*, p. 305, 1917, et p. 293, 1918.
4. H. A. SPOEHR : The Carbohydrate Economy of Cacti. *Carnegie Instit. Wash. Year-Book*, n° 16, p. 76-82; 1917.
5. H. HASSELBRING : Carbon. metab. of the sweet potato. *J. Agr. Res.*, t. XIV, n° 7; 12 août 1918.
6. WHITING : *Ill. Agr. Exp. St. Bull.* 179, p. 486. Urbana, 1915.
7. Les feuilles de *Parthenocissus vitacea*, nageant sur des solutions de *l*-arabinose, fabriquent de l'amidon.
8. C. SAUVAGEAU : *C. R. Ac. Sc.*, 13 juin 1916.
9. *Rep. Danish. biol. St.*, 1914-16.
10. CLARKE : The Data of Geochemistry, p. 732. *U. S. Geol. Surv. Bull.* 616, Washington, 1916. — PICTET et SARASIN : *C. R. Ac. Sc.*, 7 janv. 1918.
11. Cf. Winter wheat in the great Plains Area. — Exp. with Durum wheat. — Growing sugar beets in Montana. — Am. Egypt. cotton; *U. S. Dept. Agr. Bull.* 595, 618, 735, 742 (1918-19).
12. Cf. J. BEAUVERIE : *Rev. gén. Sc.*, t. XXX, p. 109.

veaux (maïs, glands[1], soja[2], marrons, muscari[3]), par la transformation physique, chimique ou biologique des produits végétaux, et surtout par une meilleure connaissance du métabolisme hydrocarboné des êtres vivants[4]. C'est à ce titre qu'il nous a paru intéressant de les signaler brièvement ici.

J. D.

§ 5. — Géologie

La nature des explosions volcaniques. — A la séance de mars de la Société géologique de Washington, M. R. B. Sosman a présenté sur ce sujet une intéressante communication.

La conception usuelle de l'explosion volcanique est celle de la libération d'une réserve d'énergie ramassée qui a été maintenue dans un espace confiné par une force extérieure. Cette conception peut revêtir deux formes : 1° celle d'une « explosion de chaudière », dans laquelle la pression a été élevée par la chaleur à une pression qui dépasse la résistance à la rupture des roches encaissantes; 2° celle de l'« éruption geysérienne », dans laquelle une configuration métastable des matériaux du volcan a été troublée, ce qui a donné naissance à une violente réaction. Dans chaque cas, la conception est celle d'un système en réaction rapide, tendant à reprendre son équilibre à la suite d'une variation des conditions extérieures. La chaudière à vapeur et le geyser peuvent être désignés sous le nom de « systèmes explosifs ».

Une autre classe d'explosions peut résulter de l'établissement de réactions chimiques dans des « mélanges explosifs », comme la poudre à canon ou un mélange de S et de chlorate de potasse. Il semble improbable qu'il y ait beaucoup d'explosions volcaniques de cette nature, par suite de la difficulté d'accumuler les quantités nécessairement grandes de substances capables de réagir (comme H et O) sans dissiper l'énergie par une réaction tranquille continue, comme au Kilauea.

Une troisième classe comprend les « substances explosives », dont la nitroglycérine est le représentant commun le plus puissant. Celles-ci explosent par désintégration interne et recombinaison, et peuvent détoner par des méthodes autres que la simple élévation de température. Une poussière organique (farine, charbon) ayant adsorbé de l'oxygène et de l'humidité à la surface de ses grains est un composé chimique explosif, quoique d'un type plus doux que les composés nitrés. Même une poussière inorganique ayant adsorbé de l'humidité peut agir comme explosif. M. Sosman a constaté que l'alumine finement divisée, connue comme très hygroscopique, peut être surchauffée dans un four électrique ouvert et amenée à exploser par une perturbation mécanique. Ce phénomène est tout à fait analogue aux explosions de poussières du Lassen Peak et du Mont Pelée, qui doivent reconnaître une cause de cette nature. Il en est sans doute de même des explosions vulcaniennes et pliniennes, l'explosif étant dans ce cas un silicate liquide métastable ou un mélange de silicates liquides et solides amené à une condition métastable par une élévation graduelle de température ou par l'accumulation graduelle d'eau ou de gaz magmatiques, soit par distillation, soit par cristallisation fractionnée.

Le caractère spécifique du choc nécessaire pour faire détoner une substance explosive; l'intervalle limité de propagation de l'onde explosive dans un matériel pulvérulent, contrastant avec la détonation plus complète qui peut être provoquée dans un explosif liquide ou solide continu; et le fait que la force d'une explosion par détonation est souvent dans la direction de l'impulsion détonante et indépendante de la configuration des matériaux avoisinants (Mont Pelée, Lassen Peak), sont tous applicables à l'explication des phénomènes connus d'explosion volcanique.

§ 6. — Sciences médicales

La peste aux Indes depuis vingt ans. — M. F. Norman White, haut Commissaire sanitaire du Gouvernement de l'Inde britannique, vient de publier un Rapport d'un grand intérêt, où il résume la marche des épidémies de peste dans l'Inde au cours de ces vingt dernières années[1].

La maladie a été apportée à Bombay en 1896, mais ce n'est qu'en 1898 qu'elle s'est propagée considérablement en dehors de cette région. Pour l'établissement de ses statistiques, l'auteur adopte non l'année légale, mais l'*année pesteuse*, qui va de juin à juin. En effet, juillet étant le mois où la peste atteint son point minimum, il constitue un bon point de départ pour tracer la courbe annuelle. Celle-ci s'élève dans les derniers mois de l'année, atteint son maximum en mars et avril, et descend ensuite rapidement en mai et juin.

Du 1er juillet 1898 au 30 juin 1918, plus de 10.500.000 décès dus à la peste se sont produits dans l'Inde. Les quatre épidémies les plus sérieuses ont été :

1° Celle de 1904-1905, avec 1.328.249 décès;
2° Celle de 1906-1907, avec 1.286.513 décès;
3° Celle de 1903-1904, avec 1.138.451 décès;
4° Celle de 1917-1918, avec 820.292 décès.

Les deux épidémies les plus bénignes ont été celle de 1898-1899, avec 119.045 décès, et celle de 1908-1909, avec 126.442 décès.

Les trois provinces de l'Inde qui ont eu le plus à souffrir du fléau ont été le Penjab, à qui la peste a enlevé, en 20 ans, 2.992.166 habitants; les Provinces Unies d'Agra et d'Oudh, qui ont perdu 2.386.332 âmes, et enfin la Présidence de Bombay, dont les pertes s'élèvent à 2.295.221 habitants. Certaines parties de l'Inde ont été peu atteintes : on a noté que les régions épargnées par le fléau sont celles où l'on cultive le riz, tandis que les plus éprouvées sont celles où l'on se consacre à la culture du blé. Dans les premières, les importations de grains sont relativement peu importantes, et les facilités qu'offre le transport des grains à la propagation des germes (par les rats et leurs parasites) expliquent dans une certaine mesure les différences signalées.

M. White attire l'attention sur les variations d'intensité dans les épidémies de peste d'un lieu à un autre et d'une année à l'autre. Les recherches faites par la Commission d'études sur la peste ont montré que la gravité et la diffusion des épidémies pesteuses en certaines régions peuvent dépendre de la plus ou moins grande humidité de l'atmosphère, cette humidité dépendant à son tour du régime des pluies. L'excès d'humidité à certaines saisons de l'année favorise le développement de la puce du rat, à toutes ses phases, et cet excès dans le nombre des parasites du rat semble être la condition nécessaire de l'extension anormale des épidémies.

L'auteur estime qu'il existe quelques preuves d'une diminution de la virulence pesteuse en certaines localités : il croit qu'on peut l'attribuer à l'immunité croissante qui se manifeste parmi la population murine.

---

1. Merriam (*Nat. Geogr. Mag.*, t. XXXIV, août 1918) indique comme teneurs en hydrate de carbone % : farine de blé, 75,4; farine de maïs, 74,4; farine de glands de *Quercus californica* : lavée, 62,02; brute, 59,62.

2. Le soja contient 24 % d'extrait non azoté (galactanes, pentosanes, saccharose, dextrine, cellulose, cire).

3. Beauverie : *Rev. gén. Sc.*, p. 326, 1918.

4. *Rev. gén. Sc.*, t. XXIX, p. 160, 419, 522, 682. — *C. R. Ac. Sc.*, 18 fév., 11 mars 1918; *C. R. Soc. Biol.*, 12 janv., 26 oct. 1918. *C. R. Soc. Agric.*, mai, oct. 1918. — *Trans Roy. Soc.*, 8 nov. 1917. — *Ass. Fr. Av. Sc. Conf. 1918*, p. 202 et 218. — *Scient. Amer.*, t. CXVII, p. 36, 288, 373, 383 (1917); t. CXVIII, p. 550, 563 (1918).]

1. *The Indian Journ. of medical Research*, t. VI, n° 2; résumé dans *Bull. mens. Office internat. Hyg. publ.*, t. XI, n° 4, p. 390; avril 1919.

LA STATION ZOOLOGIQUE DE NAPLES

Tous ceux qui passent à Naples, ne fût-ce que quelques jours, ne manquent jamais d'aller visiter l'Aquarium, où certains bacs, notamment ceux qui contiennent les Anémones de mer, les Coralliaires et les Annélides tubicoles au panache branchial curieusement bigarré, offrent une grande variété de formes gracieuses et une étonnante diversité de couleurs vives et brillantes. C'est un vrai régal pour les yeux que ces « parterres » d'animaux provenant du golfe voisin.

L'Aquarium fait partie d'un édifice imposant, bien connu des naturalistes du monde entier, la *Stazione zoologica*, qui est située dans la Villa Communale, en bordure de la magnifique Via Caracciolo qui longe le golfe. Ce dernier, encadré d'un côté par Posilippe, de l'autre par le Vésuve et la fameuse côte jalonnée par la Torre del Greco, Castellamare, Sorrento et qui se continue par la route si pittoresque allant à Positano, Amalfi, Ravello, est un lieu véritablement enchanteur, d'autant qu'on trouve dans son voisinage immédiat les îles de Capri, d'Ischia, de Procida et aussi Pompei, Herculanum, les Champs Phlégréens, Pouzzoles, etc.

La Station zoologique est actuellement le plus grand centre d'études de Biologie marine du monde entier; elle possède 60 cabinets d'étude où une centaine de chercheurs peuvent travailler en toute commodité dans toutes les branches de la Biologie : taxonomie, anatomie, embryogénie, æcologie, chimie biologique, etc. Une machinerie très moderne assure la circulation de l'eau de mer dans l'Aquarium et dans les bacs d'élevage des laboratoires et celle de l'eau douce dans toutes les parties de l'édifice. La bibliothèque, qui contient plus de 30.000 volumes (périodiques, la plupart au complet, ouvrages de zoologie et de biologie marine), est certainement l'une des parties les plus précieuses de l'établissement; les livres y sont rangés de telle façon qu'à l'aide d'un répertoire très maniable, tout travailleur peut trouver presque instantanément l'ouvrage qu'il désire. La Station possède un vapeur de 27 mètres de longueur déplaçant 150 tonneaux et une autre embarcation plus petite, d'un usage plus fréquent, muni d'un moteur Bolinder à huile lourde. Un outillage très complet permet à un personnel de marins expérimentés d'explorer scientifiquement le golfe, dont la riche faune habite à des profondeurs très variées, jusqu'à un millier de mètres de la surface.

***

C'est en 1873 qu'un zoologiste allemand, Anton Dohrn, fonda la Station zoologique, avec le concours de la Municipalité napolitaine qui fournit gratuitement l'emplacement. Près de 1.500 naturalistes ont fréquenté la Station depuis son origine; le tiers environ est représenté par des Allemands ; les autres appartiennent à diverses nationalités : Italie (plus de 200), Russie (161), Angleterre (129), Autriche-Hongrie (126), Amérique (111), Suisse (76), Hollande (72), Belgique (39), etc. Un nombre infime de Français sont allés travailler à Naples avant la guerre qui vient de se terminer. Le caractère trop allemand de l'institution, bien qu'elle fût internationale, nous en éloignait instinctivement. D'autre part, nous possédons sur la Méditerranée plusieurs stations où la faune est comparable à celle de Naples.

Les nombreux mémoires élaborés à la Station, dans les directions les plus diverses, contenus dans plus de 100 volumes, sont publiés dans trois séries d'ouvrages :

1° *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, qui compte actuellement 35 grandes monographies in-folio, richement illustrées avec de nombreuses planches lithographiques, dont beaucoup sont coloriées;

2° *Pubblicazioni della Stazione zoologica* (continuation des « Mitteilungen » créées en 1873 par l'administration allemande), réservées à des travaux de moindre étendue et aussi abondamment illustrées;

3° Enfin, avant la guerre, avec le concours de collaborateurs de plusieurs nationalités, la Station publiait un résumé annuel des travaux de Zoologie parus dans tous les pays du monde. Ce périodique rendait de grands services aux naturalistes en facilitant leurs recherches bibliographiques; il est fort désirable que les biologistes des nations alliées s'entendent pour en continuer la publication, qui a été suspendue pendant la guerre.

Après l'entrée de l'Italie dans la grande guerre et le départ des Allemands, la direction de la Station a été confiée au professeur Fr. S. Monticelli, de l'Université de Naples. Par le décret royal du 9 mai 1918, la Station a été érigée en un « Ente morale autonomo », pourvu d'un conseil d'administration italien et placé sous l'autorité du Ministère de l'Instruction publique d'Italie, sans perdre en quoi que ce soit le caractère international qu'avait voulu lui donner son fondateur.

L'Italie a jugé, avec raison et avec dignité, que le moment était venu pour elle de « fare da sè » à Naples. La Station, qui a une complète indépendance scientifique et administrative, est ouverte aux biologistes du monde entier.

Chaque travailleur poursuit les recherches dont il a choisi le thème, suivant la méthode qui lui plait et dans la direction qui lui convient, en toute liberté. Le personnel de la station lui fournit les matériaux d'études et tous les moyens d'observation qu'il juge nécessaires, sans s'ingérer en aucune façon dans l'œuvre à accomplir.

Pour subvenir aux lourdes dépenses nécessitées par la rétribution du personnel nombreux qu'elle emploie et aussi par l'entretien et le développement de son matériel et de sa bibliothèque, la Station a deux sources principales de revenu :

1° La location des tables de travail par les Etats, les Universités, les grandes associations scientifiques du monde entier (à raison chacune de 2.500 francs par an, payables en or);

2° Le droit perçu à l'entrée de l'aquarium (1 fr. par personne avant la guerre).

En outre, la Station tire quelque profit de la vente d'animaux de collection ou d'étude préparés par d'habiles techniciens.

Depuis 1915, la plupart des Etats n'ont pas renouvelé la location de leurs tables de travail. Le droit d'entrée à l'aquarium a été réduit et les visiteurs ont été beaucoup moins nombreux qu'en temps normal. De ce fait, les ressources de la Station ont été considérablement amoindries, sans que les dépenses l'aient été dans les mêmes proportions.

***

Malgré les sentiments que nous inspirent les Allemands qui ont été et demeurent pour nous des ennemis implacables, malgré la répulsion que suscitent leur mauvaise foi et leur barbarie, il faut, en toute justice, reconnaître que la Station fondée par eux à Naples, soutenue activement par leur gouvernement, fut un grand foyer de recherches biologiques de tout ordre qu'on ne peut laisser éteindre, dans l'intérêt même de la science. L'Italie, à elle seule, ne peut faire vivre un établissement aussi onéreux, qui reste largement ouvert aux naturalistes du monde entier. Les puissances de l'Entente, qui ont réussi à obtenir la victoire, qui se sont mises d'accord sur tant de questions différentes, se doivent à elles-mêmes d'être également unies sur le terrain scientifique.

En France, nous possédons sur les côtes de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée, une quinzaine de laboratoires maritimes (et la liste en est-elle close?), dont la plupart, trop maigrement dotés, ne peuvent que végéter. Quel gaspillage! Il vaudrait beaucoup mieux, à tous égards, n'en conserver qu'un très petit nombre, à caractère national ou même international, mais les outiller complètement de façon que les naturalistes pussent y entreprendre des travaux biologiques de tout ordre, tant dans le domaine purement scientifique que dans celui des applications pratiques. Il faudra se décider enfin à ne pas rester perpétuellement en arrière de la plupart des nations de l'Europe et des Etats-Unis, en ce qui concerne les recherches océanographiques si intimement liées aux questions des pêches maritimes.

Les puissances de l'Entente, notamment l'Angleterre, la France et l'Italie, avec leurs académies et leurs associations scientifiques, doivent se concerter, pour éviter, dans toute la mesure du possible, l'entretien de centres d'études biologiques faisant double ou triple emploi, ce qui est onéreux et, en outre, préjudiciable au rendement. Il faudrait également faciliter, dans chaque pays, le séjour des travailleurs dans l'un au moins des laboratoires des autres nations alliées. Il y aurait profit pour les naturalistes et pour leurs pays respectifs qui auraient intérêt à se mieux connaître. Les Etats-Unis, qui ont beaucoup plus de ressources que nous, n'ont sur leurs côtes qu'un nombre restreint de stations maritimes : les laboratoires de Woods Hole (Mass.), Tortugas (Floride), San Diego (Californie), situés dans des régions très éloignées les unes des autres, ont chacun leur orientation particulière, avec un outillage approprié [1]. Il serait sage, de notre part, de suivre l'exemple de nos associés dont nous avons pu apprécier le sens pratique, au cours de la guerre qui nous a été si cruellement imposée.

Ch. Gravier,

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

1. Cf. *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 1912, n° 2; 1913, n° 23.

LA PHYSIOLOGIE
ET LA STATION ZOOLOGIQUE DE NAPLES

Entre les dispositions qui assurent à la Station de Naples une supériorité sur toutes les institutions du même genre, l'une des plus caractéristiques et des plus importantes à la fois est sans contredit la Section de Physiologie et de Chimie physiologique, avec ses vastes laboratoires, ses installations physiques et chimiques pour ainsi dire parfaites, que j'ai eu l'occasion d'admirer, il y a quelques mois, dans une trop rapide visite, bref son outillage au niveau des besoins de la recherche et donc bien adéquat à sa destination.

Il ne faudrait pas en effet prendre à la lettre le titre *Station zoologique*. Dans la réalité, cet établissement est une *Station de Biologie marine* où les études physiologiques occupent une place aussi importante que les études morphologiques. C'est à bon droit. Et je pense que les zoologistes le reconnaissent eux-mêmes; ils savent que présentement les recherches de physiologie comparée et de physiologie du développement des organismes ont pris une telle extension et fait de tels progrès qu'il est nécessaire que le laboratoire où elles s'effectuent ait, dans un établissement comme celui de Naples ou dans toute institution similaire, son autonomie. Subordonnée à la zoologie, cette physiologie risquerait d'être, non pas sans doute sacrifiée, mais traitée en parente pauvre. Au temps où Dohrn a fondé la Station de Naples, on comprend que la zoologie y ait été prépondérante. Le maintien de cette prépondérance ne pourrait résulter que d'une conception surannée des conditions respectives actuelles des études morphologiques et physiologiques. Le caractère international de la Station de Naples, qui en fait un organisme plus souple que si elle était un établissement d'Etat soumis à un régime fixe et rigoureusement défini, doit permettre l'établissement entre les laboratoires de zoologie et ceux de physiologie d'un *modus vivendi* susceptible de varier avec les conditions mêmes de ces sciences. Nous sommes à une époque de développement prodigieux des recherches physiologiques. C'est donc à la Section de Physiologie de la Station qu'il importe de veiller et de donner tous ses soins. La Section de Zoologie, restant ce qu'elle est, ne s'en trouvera d'ailleurs pas diminuée.

C'est justement, je crois, en raison de cette place qu'occupent les laboratoires de physiologie à la Station de Naples que celle-ci offre pour notre pays un intérêt tout particulier. Il n'est plus aujourd'hui, en France comme ailleurs, un seul physiologiste qui méconnaisse l'utilité des recherches de physiologie comparée et spécialement de celles que l'on peut entreprendre sur les animaux marins. Qu'il s'agisse de chimie biologique, d'étude des mécanismes fonctionnels, d'immunologie, de physiologie générale, il y a peu de questions pour lesquelles il ne soit sûrement très intéressant, voire nécessaire souvent, d'expérimenter sur les êtres aux organisations si variées et aux fonctionnements si divers qui peuplent les eaux de la mer. Et la richesse de la faune du golfe de Naples, que rappelait tout à l'heure mon collègue Gravier, si compétent en tout ce qui touche à l'océanographie et qui d'ailleurs a constaté *de visu* cette richesse, est une des principales raisons par lesquelles devraient être attirés à Naples les physiologistes de notre pays.

Il en est une autre, plus décisive encore. Sur la quinzaine de laboratoires maritimes que nous avons dispersés sur nos côtes, on n'en trouverait pas un qui fût vraiment outillé pour que des travailleurs pussent y poursuivre, dans de bonnes conditions, des recherches d'ordre physiologique. Je n'ignore pas que R. Dubois a mené à bien à Tamaris-sur-Mer (dans le Var) des études considérables [1]; mais ce laboratoire, qui dépend de sa chaire de physiologie générale à l'Université de Lyon, lui est quasi personnel et je suis malheureusement sûr qu'il ne possède ni la place, ni les installations, ni les ressources de toutes sortes nécessaires au travail simultané de plusieurs expérimentateurs. Et cependant Tamaris est proprement le seul de nos laboratoires maritimes voué à la physiologie. Qu'on juge par cet exemple de ce que peuvent être les autres. A la vérité, on a fait des recherches physiologiques, et même d'excellentes recherches, à Arcachon. Mais la chose a tenu à un heureux accident, à sa proximité de Bordeaux et à ce fait que le directeur de la Station d'Arcachon fut en même temps, pendant de longues années, professeur de physiologie à la Faculté de Médecine de l'Université bordelaise. Les facilités de communication entre

1. On consultera à ce sujet avec intérêt un mémoire de R. Dubois : Les essais français de culture marine en Méditerranée. *Association française pour l'avancement des sciences*, 1916.

les deux villes et l'obligeance du professeur Jolyet permettaient de transporter du laboratoire de Bordeaux les appareils nécessaires à une recherche entreprise à Arcachon. C'est d'ailleurs ce que faisait Jolyet pour ses propres travaux; il était obligé d'apporter de Bordeaux tout ou à peu près tout ce dont il pouvait avoir besoin : réactifs, instruments, appareils, etc. C'est dire qu'il n'y a point à Arcachon d'installation physiologique permanente, digne de ce nom. Un seul exemple, en dehors du cas particulier du professeur Jolyet : quand, il y a une quinzaine d'années, M. et Mme Lapicque, cherchant à étendre et à généraliser la loi d'excitabilité électrique des muscles qu'ils étudiaient, voulurent expérimenter sur des Invertébrés marins, ils durent, eux aussi, apporter à Arcachon tout leur outillage; transport moins facile évidemment de Paris que de Bordeaux. Partout ailleurs, en France, il en va de même. Un physiologiste, amené à faire quelque recherche dans l'un de nos laboratoires maritimes, où du reste on l'accueille toujours avec aménité, est tenu d'y arriver muni de l'instrumentation et des appareils appropriés, empruntés à son propre laboratoire. C'est ce que j'ai dû faire moi-même quand je reçus, il y a une dizaine d'années, au laboratoire de Tatihou (Saint-Vaast-la-Hougue), l'hospitalité du Directeur de notre Muséum d'Histoire naturelle. On conçoit quelles difficultés, quelle impossibilité souvent même entraîne pareille obligation. Aussi ne faut-il pas trop s'étonner du petit nombre de travaux physiologiques effectués dans notre pays sur des animaux marins, en comparaison du nombre des travaux italiens par exemple. Si nous explorons peu cette mine pourtant si riche, c'est faute des ressources matérielles nécessaires, ce n'est pas faute de chercheurs ni, de la part de ceux-ci, d'idées d'investigation et de bonne volonté.

Assurément on pourrait remédier à ce grave desideratum en créant dans l'une de nos plus importantes stations de Biologie marine, à Roscoff ou à Banyuls, une section de physiologie et chimie physiologique. Mais que l'on songe à toutes les difficultés que comporte dans notre pays, dans le domaine de l'Instruction publique, une création nouvelle! Il y faudrait, en mettant les choses au mieux, des années pour l'enquête et le choix du lieu et des années pour la construction et l'aménagement. Souhaitons que cette organisation finisse par se faire. En attendant, ne convient-il pas que nos physiologistes profitent des admirables installations de la Station biologique de Naples? Ils sont assurés d'y trouver en tout temps les moyens de recherche les plus perfectionnés, y compris une bibliothèque précieuse; ils y trouveront aussi un excellent milieu intellectuel; à côté de l'éminent directeur de la Station, le professeur Monticelli, le professeur Bottazzi est directeur de la Section physiologique; Bottazzi n'est pas seulement l'expérimentateur habile que l'on connaît, il est très bien informé de tout ce qui concerne la vie des animaux marins et peut donc fournir aux chercheurs les plus utiles renseignements; c'est, de plus, un esprit très cultivé, très au courant des choses et des livres de France et ce n'est pas le moment d'oublier qu'il a été à Naples, dès 1914, le président fort actif d'un comité franco-italien. L'accueil que recevraient de lui et de ses assistants, ainsi d'ailleurs que du Directeur même de la Station, les travailleurs français ne saurait être que des plus aimables. S'initier, dans ces conditions, à la vie italienne, en goûter le charme, se donner le plaisir d'un libre commerce avec ces esprits italiens, fins et pénétrants et si mesurés à la fois, tout en faisant sa tâche de bon travailleur, ce n'est pas non plus chose à dédaigner pour des Français, et surtout dans les circonstances actuelles qui imposent à notre pays une entente étroite avec notre voisine latine, entente si facile à réaliser avec un peu d'intelligente volonté. Les meilleurs ouvriers de cette entente seront toujours les « intellectuels ».

C'est maintenant à notre Gouvernement de faire le nécessaire pour que la Station de Naples devienne ainsi un centre normal de recherches françaises non moins qu'italiennes. Et qui donc estimerait que ce ne serait pas là acte de bonne politique autant que de bonne amitié? Les deux tables dont actuellement nous avons la disposition paraissent plutôt réservées aux zoologistes. Assurément il peut se trouver des années où, les zoologistes ne les revendiquant pas, les physiologistes seraient appelés à les occuper. Ne vaudrait-il pas mieux que deux autres tables fussent en permanence attribuées à ceux-ci? Il n'en coûterait que cinq mille francs de plus à notre Gouvernement, ce qui, en vérité, ne paraît pas au-dessus des ressources qu'il doit consacrer au développement des sciences biologiques dans notre pays.

E. Gley,
Professeur au Collège de France.

REVUE D'AGRONOMIE

PREMIÈRE PARTIE

I. — Généralités

Après les faits de guerre et d'armement, c'est vers les questions agricoles que l'attention des hommes s'est trouvée le plus vivement sollicitée au cours de ces dernières années ; aussi l'activité scientifique, qui a dû, le plus souvent, se détourner de ses buts ordinaires, est-elle restée particulièrement intense dans le domaine des Sciences agronomiques. La nécessité de tirer sur place les produits, dans les limites des compartiments souvent étanches que créaient les difficultés de communication, a montré tout ce qu'il fallait demander à l'Economie et à la Science. Des problèmes nouveaux se sont posés : il a fallu, notamment, établir rigoureusement la balance entre la consommation et la production et, pour cela, recourir à des mesures de prévoyance et de restriction. L'historique de cette période exceptionnelle serait plein d'enseignements pour les temps ordinaires : l'anomalie éclairant bien souvent la règle. Les matériaux de cette étude sont tout prêts, grâce à l'œuvre admirable de l'*Institut international d'Agriculture de Rome*, qui a pu, en dépit de toutes les difficultés de l'heure, centraliser les documents statistiques et législatifs du monde entier.

Les circonstances ont également appelé l'attention sur les questions de l'Enseignement agronomique et agricole et particulièrement sur les moyens dont nous disposons au point de vue des recherches scientifiques appliquées à l'Agriculture, sources de tous progrès. C'est actuellement la production scientifique qui, peut-être, manque le plus au progrès de notre agriculture.

De quelles institutions devons-nous attendre surtout cette production ? M. E. Tisserand écrit : « Les Facultés des Sciences et les institutions de haut enseignement d'Agriculture ou autres et une Station centrale doivent préparer la pépinière dans laquelle les stations (agronomiques) pourront trouver l'armée des travailleurs scientifiques dont elles ont besoin pour donner à leurs travaux toute l'ardeur désirable. » A côté du rôle des Etablissements d'enseignement supérieur agricole, se place, en effet, celui des Universités d'une part, des Stations agronomiques d'autre part.

Le rôle des Universités doit être considéré avec une attention spéciale, car il peut et doit être de grande importance dans l'avenir. Cette importance est, d'ores et déjà, démontrée par les résultats obtenus aux Etats-Unis, où la plupart des découvertes agronomiques proviennent d'établissements incorporés à l'organisation universitaire. Nos Facultés entreront dans cette voie, bien plus qu'elles n'ont pu le faire, si on les encourage moralement et matériellement. Certes, les Facultés des Sciences sont les derniers séminaires de la Science pure, c'est leur première raison d'être et leur meilleur titre de noblesse ; mais, sans faillir à ce rôle primordial, elles peuvent rechercher, dans les conditions les plus parfaites, les applications dont la Science est la source. Qui pourra mieux répondre aux questions que pose la pratique, que l'auteur de recherches personnelles se rattachant à ces questions ! D'ailleurs, souvent la distinction entre le fait scientifique et son application est arbitraire et inexistante, elle ne résulte que de « l'intention » du travailleur. Par exemple, en faisant de la biologie du parasitisme, on fait tout aussi bien de la Phytopathologie si les plantes étudiées sont de celles qui intéressent l'Agriculture ; en étudiant l'action des produits de la digestion, de la dégradation de la protéine, sur la nutrition, le physiologiste traite, en même temps qu'un problème d'un haut intérêt biologique, une question que l'agronome ne peut ignorer pour établir le régime alimentaire des animaux, etc.

Si les Facultés des Sciences doivent être des foyers de recherche scientifique agronomique et des pépinières de chercheurs, peut-être serait-ce aller trop loin que d'en attendre la formation de simples praticiens. Ce but est moins conforme à leur rôle et nécessiterait d'ailleurs une organisation matérielle spéciale.

Les stations agronomiques, créées par M. Tisserand pour continuer, exploiter les grandes découvertes de nos agronomes : Boussingault, A. Girard, Schlœsing, etc., sont à l'ordre du jour des réorganisations. Depuis longtemps, absorbées par une besogne purement professionnelle d'analyses ou d'expertises, elles ont cessé de contribuer au progrès de la Science. Des hommes tels que Tisserand, Le Chatelier, Wery, Ed. Gain ont vigoureusement dénoncé cet état de choses et proposé des remèdes. On peut espérer les trouver dans l'action du « Conseil supérieur des Stations agronomiques et des Laboratoires agricoles », tout récemment créé.

L'esprit individualiste, si proprement français,

en même temps qu'il est le secret de notre originalité, constitue l'explication de notre inaptitude à retirer de nos découvertes tout le fruit qu'elles comportent. Pour qu'il n'en soit pas ainsi, il faudrait que les initiateurs fassent école, que les chercheurs travaillant à un même sujet groupent leurs efforts, que des organisations permanentes se spécialisent dans un but déterminé. Il faudrait à l'Agriculture ces laboratoires spécialisés que l'on a préconisés pour l'industrie sous le nom de « Laboratoires nationaux de recherche scientifique ». Ce genre d'initiatives existe en Angleterre et il a fait le succès de la production aux Etats-Unis et en Allemagne. Quoi de plus typique, à ce point de vue, que le « Nutrition Laboratory » de l'Institut Carnegie, d'où sortent actuellement ces incessantes découvertes dont nous parlons au dernier paragraphe de cette « Revue », découvertes qui renouvellent la question de l'alimentation.

Tout en respectant le travail isolé, il faudrait donc organiser notre recherche scientifique appliquée sur la base de la devise : « coopération, coordination sans subordination ». Chez nous-mêmes, nous pouvons déjà trouver quelques bons exemples à suivre, tel le *Service des Epiphyties*.

Il s'agit, en définitive, ainsi qu'on l'a dit avec vigueur, de savoir si notre pays continuera à prendre sa part du progrès ou s'il le suivra seulement après que la Science étrangère l'aura créé.

La place nous manque pour développer ces généralités, et d'autres encore, comme nous l'aurions voulu. Nous devons nous en tenir à l'Agronomie proprement dite, c'est-à-dire aux questions où la relation de la Science à la Pratique est le plus apparente. Domaine très vaste, puisque l'Agronomie fait appel au concours de sciences les plus diverses. Nous serons obligé de choisir arbitrairement quelques sujets parmi ceux qui présentent le plus d'intérêt, en faisant bien remarquer que les Revues successives sont appelées à se compléter mutuellement et que ce n'est qu'au bout d'un certain temps que leur ensemble pourra avoir quelque prétention à représenter l'état actuel de la Science agronomique [1].

II. — L'atmosphère

Le problème de la Météorologie agricole

Il a été posé d'une façon très intéressante par le Professeur italien G. Azzi. L'essentiel a été rapporté dans un article de la *Revue* auquel nous renvoyons le lecteur (numéro du 30 mai 1918, pp. 307-312).

III. — Le sol

§ 1. — Biologie du sol

On a fait jusqu'ici dans le domaine agronomique beaucoup de Chimie et trop peu de Biologie. Aussi faut-il souhaiter que les recherches portent de plus en plus sur la Bactériologie (ou même la Microbiologie) du sol et les rapports des microorganismes avec le sol et la production végétale.

Nos laboratoires agricoles sont mal outillés dans ce but et il sera intéressant de consulter dans cet ordre d'idées le manuel suivant qui nous renseigne sur l'organisation de ces études en Amérique : Whiting, Professeur à l'Université de l'Illinois : *Soil Biology, A Laboratory Manual*, dont il a été rendu compte dans cette *Revue* [1].

1. *Recherches sur les Bactéries du sol fixatrices d'azote atmosphérique.* — Les recherches ont porté principalement sur deux espèces de Bactéries : l'*Azotobacter chroococcum* et le *Clostridium Pasteurianum*, qui sont les mieux connus et vraisemblablement les plus importants des microorganismes fixateurs d'azote; le premier est aérobie, le second anaérobie. Il faut leur adjoindre les microbes des nodosités des Légumineuses qui, bien que restreignant leur action aux plantes de cette famille, n'en ont pas moins une importance considérable.

Omeliansky s'est particulièrement attaché à l'étude des bactéries fixatrices d'azote [2].

Se bornant à l'étude des deux espèces ci-dessus dénommées, il recherche quelle est leur importance en établissant leur diffusion dans le sol et leur extension géographique. L'examen fait sur des échantillons prélevés à des profondeurs différentes, dans des localités se répartissant en Russie d'Europe et d'Asie et dans d'autres pays, l'amène à conclure que ces deux espèces sont extrêmement répandues; elles sont presque toujours présentes et manquent seulement dans des terrains très spéciaux : les sables des steppes, les terrains tourbeux. Deux autres auteurs : Veis et Bornebusch (1914), ont constaté, de leur côté, que l'*Azotobacter* n'est présent dans les sols boisés du Danemark (où ils ont fait leurs recherches) qu'exceptionnellement.

1. Nous avons dû retrancher de notre rédaction, qui avait pris trop d'extension, les articles que nous avions écrits sur : 1° les Hommes; 2° les Institutions (Académie d'Agriculture, Institut international d'Agriculture de Rome et son rôle pendant la guerre, le Congrès d'Agriculture coloniale, l'Institut scientifique de Saïgon, etc.); 3° les Livres.

1. Compte rendu de M. Ed. Gain, *Rev. gen. des Sc.*, 15 mai 1918, p. 154.

2. *Archives des Sciences biologiques*, publiées par l'Institut de Médecine expérimentale de Petrograd (édition française), t. XVIII et XIX, 1915 et 1916.

La question de la présence ou de l'absence de l'*Azotobacter* dans les sols se rattache d'ailleurs à celle des réactions de ces sols : acides ou basiques. Nous aurons occasion d'en reparler à propos du travail de Veis et Bornebusch.

Omeliansky constate encore que les races d'*Azotobacter* et de *Clostridium* qu'il a isolées se distinguent nettement entre elles, notamment celles du *Clostridium*. Leur pouvoir fixateur est différent : plus fort pour le *Clostridium*, mais les chiffres obtenus en culture sont très rapprochés.

Ces microorganismes ne sont pas dans le sol à l'état de culture pure; ils sont au contraire associés à de nombreux microbes différents, il y a donc lieu de connaître leur action réciproque. Omeliansky a repris cette étude et établi des *cultures mixtes* avec des races diverses d'*Azotobacter* et de *Clostridium*, d'une part, et de nombreux microorganismes qui les accompagnent d'ordinaire dans le sol, d'autre part.

Ces cultures mixtes se rapprochent beaucoup plus des conditions naturelles du sol que les cultures pures; elles peuvent, à ce titre, nous renseigner avec une exactitude plus grande sur ce qui se passe dans la nature.

Omeliansky constate que les microbes qui, dans les couches supérieures du sol, exercent leur action au voisinage des fixateurs d'azote, ont sur eux une influence considérable qui varie suivant leur nature spécifique et aussi suivant les conditions du milieu. C'est ainsi que certaines espèces satellites qui sont avides d'oxygène créent un milieu anaérobie qui favorise le *Clostridium;* d'autres, par les décompositions qu'elles engendrent, fournissent les composés du carbone qui serviront comme matière énergétique au phénomène de fixation de l'azote.

L'*Azotobacter* et le *Clostridium* ont une action réciproque d'autant plus marquée que l'un est aérobie et l'autre anaérobie. L'*Azotobacter*, en fixant l'oxygène de l'air, favorise l'anaérobiose du *Clostridium;* de plus, il détruit les produits nuisibles du second, parmi lesquels dominent les composés butyriques acides, de telle sorte que la réaction du milieu se maintient, l'*Azotobacter* étant alcaligène et le *Clostridium* acidogène.

Inversement, les espèces conjointes peuvent avoir sur les fixateurs d'azote une influence défavorable, soit par leurs produits, soit en consommant le carbone nécessaire au processus de fixation d'azote. La fixation énergique d'oxygène par les satellites favorise, il est vrai, le développement du *Clostridium*, mais entrave celui de l'*Azotobacter*, aérobie nécessaire.

De toutes les associations où entrent en jeu des fixateurs d'azote, celle de l'*Azotobacter* et du *Clostridium* est la plus fréquente et aussi la plus favorable. Leurs exigences opposées font qu'elles ne se concurrencent point et vivent dans une sorte de symbiose.

L'auteur a recherché ensuite l'influence qu'exerce sur la fixation d'azote la consommation par ces microbes de matières organiques non azotées, puis des substances azotées.

Dans le premier cas, Omeliansky procède à l'aide de cultures mixtes : *Azotobacter* et *Clostridium*, afin de se rapprocher plus des conditions naturelles ordinaires. Dans le liquide de culture, le dextrose fut choisi comme substance organique non azotée parce qu'il convient également bien aux deux espèces. Tous les cinq jours, on prenait trois des matras mis en culture pour doser, dans l'un le sucre par le procédé Bertrand, dans les deux autres l'azote suivant la méthode de Kjeldahl.

Les résultats, traduits sous forme de courbes, établissent un rapport direct entre la fixation d'azote et la consommation du sucre. Le processus de la fixation s'est développé d'une façon continue jusqu'à épuisement de la substance énergétique; les deux courbes sont en général parallèles. C'est pendant la 1re période (soit 5 jours) que le rendement, au point de vue fixation d'azote, est le plus avantageux : la quantité d'azote est encore faible, en valeur absolue, mais elle est plus forte que par la suite si on la compare au sucre consommé. Le travail de ces bactéries est donc plus productif, au début, lorsque les cellules se multiplient plus activement. Le rapport $\frac{+N}{-C}$, à la fin de l'expérience, traduit une influence déprimante s'exerçant sur la faculté des microbes de fixer l'azote.

Dans des recherches ultérieures, poursuivies avec le *Clostridium* seul, Omeliansky a fait des essais de culture en présence de nombreuses matières hydrocarbonées et observé la fermentation de dix d'entre elles (dextrine, lévulose, saccharose, galactose, etc.). La culture la plus énergique a lieu en présence de : dextrose, raffinose, dextrine, etc. Plus la concentration du sucre est grande, moins est marqué l'effet utile de la fixation pour un gramme de sucre. C'est ce qui a lieu aussi pour l'*Azotobacter*.

Dans ce même travail, Omeliansky étudie encore les effets de la nutrition azotée sur la fixation d'azote par le *Clostridium*. Une augmentation trop forte de la teneur du milieu en azote diminue la fixation, pour l'arrêter enfin tout à fait. Cependant, tandis que Winogradsky

avait constaté l'arrêt de la fixation pour un rapport de l'azote et du sucre du milieu de $\frac{6}{1.000}$. Omeliansky observe encore une accumulation d'azote pour un rapport de $\frac{16}{1.000}$.

Il y a lieu de rapprocher de ces recherches celles de T. L. Hills[1] sur l'influence des nitrates sur les bactéries du sol fixatrices d'azote. Hills constate un effet différent suivant la nature du sel mis en expérience dans le liquide de culture ou dans le sol et suivant sa concentration.

De faibles quantités de nitrates de potassium, de sodium et de calcium (10 à 150 mgr. pour 100 cm³ de terre sèche) firent augmenter fortement le nombre d'*Azotobacter* dans le sol. L'effet de mêmes quantités de nitrate d'ammoniaque fut moins marqué. Des concentrations plus élevées furent moins favorables.

Les nitrates de potassium et de sodium, à des concentrations atteignant 150 mg. de NO^3 pour 100 cm³ de milieu, firent augmenter la quantité d'azote assimilée par l'*Azotobacter* sur plaque d'agar. Les mêmes concentrations de nitrate de calcium firent diminuer la quantité d'azote jusqu'à un degré inférieur à celui de la quantité d'azote assimilée en l'absence de nitrates.

En milieu anaérobie, l'*Azotobacter* en cultures liquides réduit les nitrates en nitrites, mais non en ammoniaque. Il y avait plus d'azote fixé en présence des nitrates qu'en leur absence.

Hills remarque encore que les trois nitrates expérimentés ont une action favorisante sur la production, dans les cellules, des granules de métachromatine, qu'à tort il désigne encore sous le nom de « volutine ». Ces corpuscules avaient été mis en évidence chez l'*Azotobacter* par Bonazzi.

Hills étend ses recherches sur l'influence des nitrates sur la fixation d'azote aux microbes des Légumineuses représentés par le *Bacillus radicicola*.

De faibles quantités des trois nitrates (atteignant 50 mgr. pour 100 cm³ de terre sèche) augmentent le nombre des microbes, mais l'action est plus faible que dans le cas de l'*Azotobacter*. Ils résistent mieux que ce dernier à de fortes concentrations, mais la présence de grandes quantités des trois nitrates agit au détriment de la formation des nodosités radicales dans la luzerne.

Reeds et Williams[2] se sont demandé si les substances organiques trouvées dans le sol, auxquelles on attribue une action déprimante sur la fertilité, n'exercent point leur effet sur l'*Azotobacter*. Ils ont donc expérimenté l'action sur ce microbe de plus de quarante substances éventuellement présentes dans le sol, telles que : esculine, vanilline, asparagine, acide oxalique, caféine, urée, glycocolle, nicotine, rhamnose, scatol, xanthine, etc. Ils concluent que la fixation de l'azote n'est que bien rarement influencée par la présence de ces corps, qui n'interviennent qu'à une concentration relativement grande. Quelques-uns, comme la nicotine, la guanidine et le scatol, présentent des propriétés toxiques proportionnées à celles qu'on attribue d'ordinaire à ces substances. Les plus simples de structure, parmi les composés organiques azotés, exercent une action déprimante sur la fixation de l'azote par l'*Azotobacter*, mais on peut expliquer le fait non par une action toxique, mais par l'utilisation de l'azote de ces composés par le microbe qui peut ainsi se passer d'une partie de celui que lui fournit d'ordinaire l'atmosphère.

Il y a lieu de signaler ici l'action de facteurs accessoires de la croissance et de l'équilibre chez les plantes, que Bottomley (1914, 1917) et Mockeridge (1917) désignent sous le nom d'« auximones » et que nous définissons dans la dernière partie de cette revue. Bottomley a constaté leur action stimulante sur l' *Azotobacter chroococcum* : une culture pure en milieu synthétique (mannite, K^2PO^4H, $MgSO^4$, $CaCO^3$), qui donnera une fixation de 3,8 mgr. d'azote, en fixera 18 mgr. si on ajoute un peu d'extrait alcoolique, repris par l'eau, de tourbe fermentée « bactérisée ». L'action stimulante n'existe pas si on se sert d'un extrait de tourbe n'ayant pas subi de fermentation. L'action chimique peut donner des humates, mais non ces substances activantes dites « auximones ».

Omeliansky[1] reprend, en une monographie, l'étude du *Clostridium Pasteurianum*. Il réagit contre l'opinion accréditée que cette espèce a moins d'importance pratique que l'*Azotobacter*. Il constate que, si une température d'une trentaine de degrés permet une culture plus abondante, elle est moins favorable pour l'effet utile que la température ordinaire. Ce microbe supporte d'ailleurs des températures élevées atteignant 75°, ce qui permet de l'isoler, par une pasteurisation, des espèces asporogènes qui peuvent l'accompagner. Les spores sont d'ailleurs très résistantes et reproduisaient encore le microbe, doué de ses propriétés caractéristiques, après plus de 20 années

1. Idaho Agric. experim. Station, 1918.
2. *Centralblatt für Bakteriologie*, 1915.

1. *Arch. des Sc. biol. de Petrograd*, 1917.

Enfin, l'auteur appuie fortement l'opinion de Winogradsky que ce microbe anaérobie est un ferment butyrique typique, la faculté de fixer l'azote étant d'ailleurs très répandue dans tout le groupe des bactéries butyriques.

Les exigences de l'*Azotobacter* au point de vue de la réaction du sol : alcaline ou acide, ont fait l'objet de quelques recherches. On sait que ce microbe ne se montre jamais dans les sols accusant de l'acidité, qu'il est rare dans les sols neutres, fréquent dans les terres faiblement alcalines, constant dans les sols alcalins (H. R. Christensen). Le développement de l'*Azotobacter* dans un sol déterminé correspond donc à la présence de certaines substances basiques et donne une méthode de détermination de la basicité.

Veis et Bornebusch[1] ont constaté que le sol des forêts, où doit s'effectuer d'une façon particulièrement active la fixation de l'azote atmosphérique puisque la teneur en azote s'y maintient ou augmente même en dépit de l'exportation de substance organique sous forme de coupes sans fumure, est très pauvre en *Azotobacter*. Ils expliquent le fait par la réaction de ce sol, par sa teneur trop faible en composés de chaux et aussi par un excès d'humus.

Si l'*Azotobacter* est souvent absent du sol des forêts, ce sont d'autres microorganismes qui doivent avoir de l'importance pour la fixation de l'azote, probablement des champignons inférieurs.

Comme application, les auteurs signalent une méthode destinée à démontrer si un terrain destiné à la régénération a besoin ou non de chaux : dans la solution nutritive de Beijerinck, on met, au lieu de chaux, 5 gr. du sol à étudier (méthode Harald R. Christensen) : l'intensité plus ou moins considérable de développement de la culture indique s'il y a quantité suffisante, ou au contruire, déficit de cet élément.

La chaux peut avoir encore une action utile sur le développement de l'*Azotobacter* en contrebalançant l'action toxique de la magnésie dans le sol[2] par suite de l'antagonisme existant entre les ions Ca et Mg. Ces métaux sont dans le sol à l'état de carbonates. Les auteurs montrent expérimentalement, à l'aide de cultures, comment l'effet toxique du carbonate de magnésium se trouve neutralisé par l'addition au milieu de doses croissantes de carbonate de calcium.

Cette question se rapporte à celle du quotient $\frac{\text{chaux}}{\text{magnésie}}$ dans le sol. On sait que plus ce rapport se rapproche de l'unité, plus l'action favorable est sensible. Si le sol renferme MgO en quantité plus grande que CaO, la récolte diminue. On peut corriger l'action de l'excès de MgO par apport de CaO. L'effet sur l'*Azotobacter* donne une explication de cette particularité déjà connue.

Ajoutons que O. Loew, qui a exposé le principe du quotient $\frac{\text{chaux}}{\text{magnésie}}$, justifie sa découverte dans un mémoire récent[1] contre diverses critiques ou objections que l'on avait élevées et appelle l'attention sur ce qu'on ne doit pas négliger, dans l'analyse d'un sol, la détermination de la magnésie, ainsi qu'on le fait trop souvent.

Il peut être intéressant de signaler les recherches faites par B. L. Issatchenko sur la présence de l'*Azotobacter* et du *Clostridium* dans les eaux de l'océan Arctique[2]. Ces deux microorganismes se rencontrent dans la mucosité existant à la surface des algues; ils trouvent dans la substance organique qui y est contenue les ressources d'énergie nécessaires pour la fixation de l'azote libre. D'ailleurs, ils se développent mieux dans les milieux qui contiennent du sel marin que dans tout autre. Dans la mer, ils sont accompagnés des deux satellites qu'on leur connaît sur terre, savoir : les *Bacillus* α et β de Winogradsky. Pour l'auteur, la formation de substance azotée résultant de l'activité de l'*Azotobacter* et du *Clostridium* de la mer doit présenter de l'importance du fait qu'elle supplée au déficit en azote de ces eaux.

A côté des *Azotobacter* et des *Clostridium*, il faut ranger un microorganisme fixateur d'azote, récemment isolé et caractérisé par Fulmer et Fred[3], à qui serait due l'augmentation de la teneur en azote du fumier de ferme pendant la fermentation. Cet organisme est en bâtonnets, de 0,7 à 0,8 μ sur 1,4 à 1,8 μ; il est encapsulé en culture sur extrait de fumier mannité; il est mobile et prend la coloration de Gram. Il pousse sur l'agar ordinaire avec optimum à 28°. Il gélifie la gélatine. Les auteurs le désignent sous le nom de Bacille azophile.

1. *Det Forstlige Forsogsvæsen i Danemark*, vol. VI, fasc. 4, p. 319-337 (résumé en allemand : pp. 337-340), Copenhagen, 1914.

2. Lipman et Burgess : *The Journal of Agric. Science*, vol. VI, p. 484-498, Cambridge (E. U.), déc. 1914.

1. *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, vol. XLIV, pp. 733-752, Berlin, 1914.

2. *Rev. d'Agr. expérim.*, dédiée à la mémoire de P. S. Kossovitch, t. XVII, pp. 175-179, Petrograd, 1916. En russe (Analyse in *Bul. i. d'Agr. de Rome*, 1916, p. 1876).

3. *J. of Bacter.*, t. II, pp. 423-434.

Cet aérobie strict produit un accroissement de la quantité d'azote dans la culture sur extrait de fumier, de 3 à 5 mgr. pour 100 cm³ de solution.

2. *Les Protozoaires et la fatigue du sol.* — La Protozoologie constitue un chapitre tout récent de la Microbiologie du sol ; elle cherche encore ses méthodes, mais, dès à présent, son intérêt paraît considérable. Cette question est, en effet, liée à l'étude des effets de la stérilisation partielle du sol et à celle de la « fatigue du sol ».

Nous citerons au nombre des principaux auteurs de recherches : Cunningham et Löhnis, Russell et Hutchinson, etc.

Il existe des Protozoaires dans le sol : ce sont des Amibes du type *limax*, des Thécamibes, des Flagellés et des Ciliés. Les procédés de dénombrement, quoique imparfaits, montrent que les Amibes et les Flagellés peuplent abondamment le sol (au moins par dizaines de milliers dans 1 gr.), tandis que les Ciliés sont beaucoup moins nombreux (par centaines seulement). Quelques-uns paraissent nouveaux pour la Science et présentent un intérêt considérable.

La présence et le nombre des individus sont naturellement liés aux conditions de milieu.

Une forte teneur en eau favorise leur apparition, comme elle favorise aussi les phénomènes de réduction dans le sol. La présence de nombreux Protozoaires est pour Von Wolzogen Kühr un indice révélant les processus de réduction.

Il y a lieu de tenir compte de la concurrence vitale qui s'établit avec les bactéries du sol. Elle paraît généralement favorable aux Protozoaires, qui peuvent les absorber, les englober et les détruire[1]. Par cela même, ils exercent une action limitant celle des bactéries. C'est là que réside le secret de leur intérêt pratique. En effet, les bactéries ainsi détruites étant généralement des agents utiles à la fertilité du sol, celle-ci peut se réduire dans des proportions considérables. La stérilisation partielle du sol, détruisant plus facilement les Protozoaires que les Bactéries, apparaît, dès lors, comme un moyen de rendre à la terre « fatiguée » ses propriétés utiles. Nous y reviendrons plus loin.

Les conditions ambiantes influent encore sur l'état qu'affectera le Protozoaire. Il peut, en effet, se présenter : ou sous la forme mobile, libre, avec cils ou flagelles, s'il en comporte, autrement dit sous la « forme végétative » que quelques auteurs appellent « trophique », ou bien, si les conditions lui sont moins favorables, sous une forme de conservation qui est le kyste ou l'état quiescent ou de repos.

D'après Martin et Lewin[1], il y a dans le sol une faune de Protozoaires à l'état trophique, mais dont la forme diffère de celle qui se développe dans les infusions de foin ensemencées de terre : les formes prédominant dans le sol ne le sont pas dans ces infusions et *vice versa*. La faune en question est abondante, facile à reconnaître dans les sols humides ayant reçu de copieuses fumures organiques : terres fumées, terres « fatiguées » des champs d'épandage et surtout des couches et des serres.

Mais, comme nous l'avons dit, cette forme trophique n'est pas la seule. G. P. Koch[2] s'est efforcé de définir les cas où l'on rencontre la forme libre et ceux où l'on trouve la forme enkystée. Il procède à l'examen direct de différents sols en délayant sur une lame, dans un peu d'eau de fontaine, une parcelle de la terre à examiner et il arrive à conclure que la prédominance ou l'exclusivité d'une des deux formes est liée à la quantité d'eau existant dans le sol étudié. L'humidité est le facteur le plus important qui détermine la sortie des Protozoaires des kystes et les place, par suite, dans des conditions d'activité. Lorsque les conditions sont favorables, les kystes éclosent en quelques heures : 2 à 3 heures à 22-24° C. pour les petits Ciliés, 6 à 8 heures pour les Flagellés et 40 heures pour les gros Ciliés.

L'action limitante des Protozoaires sur l'activité bactérienne du sol a été démontrée par des expériences diverses :

Des terres peu humides, ou partiellement stérilisées avec le toluène, peuvent après quelque temps montrer une activité bactérienne considérable. Mais, si l'on y introduit alors une autre terre reconnue riche en Protozoaires, ou bien une culture de ces microorganismes, on voit promptement décroître l'activité bactérienne.

Goodey insiste sur une précaution à prendre

1. Nous avons eu l'occasion de rencontrer dans du vin doux d'abondants individus d'*Amœba* du type *limax* (?), qui possédaient un pouvoir absorbant sur le *Saccharomyces ellipsoideus* remarquable ; certains amibes renfermaient 4 et 5 levures, lesquelles ne tardaient pas à être digérées. Le rôle de ces amibes, qui devaient se trouver sur les raisins humides de pluie ou transportés de toute autre manière dans la cuve, pourrait être intéressant au point de vue de la vinification. Il y a lieu, croyons-nous, d'attirer l'attention des spécialistes sur cette question. La facilité avec laquelle se cultivent simultanément la levure et l'amibe sur des milieux liquides ou solides : moût de vin, moût de bière, tels ou gélosés, facilitera l'étude expérimentale.

1. *The Journal of agricultural Science*, pp. 106-119, 2 pl., 1915.

2. *Journal of agricultural Research*, 1915, p. 477-478.

lorsque l'on veut inoculer un sol avec une culture pure de Protozoaires : pour réussir, il ne faut pas inoculer en masse la culture dans le sol stérilisé au toluène, car alors cette faune périclite bientôt, mais il est nécessaire que l'inoculation soit effectuée par l'entremise d'un peu de terre non traitée; dans ces conditions, les Protozoaires continuent à vivre et le nombre des bactéries diminue. Les Protozoaires employés étaient du type *limax*, forme commune dans le sol. Toutefois, cette expérience n'est pas nettement démonstrative du rôle (du moins exclusif) des Protozoaires, comme facteur limitant, puisque la terre introduite peut amener avec elle d'autres agents vivants.

Dans le cas particulier de l'*Azotobacter*, Hills [1] a constaté que, dans les cultures mixtes avec des Protozoaires, l'action fixatrice d'azote de la bactérie se trouve diminuée d'intensité et que de nombreux individus sont détruits. Par contre, dans les cultures en terre, les Protozoaires n'ont pas paru exercer d'action nuisible sur les phénomènes de fixation d'azote libre, de nitrification et d'ammonisation. Mais cela tient, sans doute, à ce que les conditions de l'expérience étaient défavorables à leur action et même à leur végétation.

En somme, cette étude présente encore quelque obscurité et reste bien incomplète. Il faudra établir le rôle des Protozoaires vis-à-vis des espèces diverses de Bactéries, tant utiles que nuisibles et, pour cela, procéder d'abord à des séries de cultures où se trouveraient en concurrence une espèce déterminée de Protozoaire du sol avec une espèce déterminée de Bactérie du sol. Ces études serviraient de point de départ pour élucider les faits plus complexes qui se passent dans le sol où des espèces multiples se trouvent en association. Il faudra encore reconnaître l'influence des facteurs du milieu sur les Protozoaires habitant le sol normal ou le sol soumis aux agents de la stérilisation partielle. On pourra alors agir méthodiquement pour régler l'action limitante de ces Protozoaires sur les Bactéries et peut-être les champignons du sol.

La Protozoologie peut donc être appelée à prendre dans l'étude de la Biologie des sols une place importante à côté de la Bactériologie [2].

Quoi qu'il en soit, ces faits permettent déjà de se rendre compte de certains phénomènes jusqu'ici obscurs ou paradoxaux. Tels sont l'existence d'actions nuisibles aux plantes et qui cependant favorisent la productivité : gelées fortes et prolongées, sécheresse prolongée, chauffage, chaulage, traitement au sulfure de carbone (appliqué aux vignes phylloxérées [Oberlin]). D'autre part, on arrive à comprendre comment des actions indubitablement favorables à la vie peuvent coïncider, généralement après quelque temps, avec une diminution de la productivité : telle est la combinaison de l'humidité, de la chaleur et de la fumure dans les serres et surtout dans les couches où se manifeste ce que le praticien désigne sous le nom de « fatigue du sol » (*soil « sickness »*).

La fatigue du sol dans les terres des couches à forçage, notamment, a fait l'objet d'études spéciales, vu son importance pratique, et des causes diverses lui ont été assignées :

1° L'existence de diverses maladies additionnées;

2° L'accumulation de toxines, excreta des plantes [1]. Il n'a pas été possible de les déceler;

3° Enfin, le développement anormal d'un facteur nuisible aux bactéries. C'est ce facteur qui semble se confondre avec l'action des Protozoaires. D'ailleurs, MM. Martin, Lewin et Goodey ont pu isoler de ces « sols fatigués » quelques Protozoaires particulièrement intéressants, et cet état maladif est justiciable de la stérilisation partielle, laquelle affecte d'abord les Protozoaires. On a donc élaboré des traitements applicables en grand, dans la pratique, parmi lesquels le chauffage à la vapeur semble avoir particulièrement réussi; on a encore étudié, à ce point de vue, les effets de la chaux (Hutchinson et Mac Lennan) et ceux des antiseptiques (Buddin).

La Protozoologie du sol progressera d'autant plus que ses méthodes seront meilleures; elles sont pour le moment encore à l'étude.

Comme milieux de culture, on préconise : le foin en décoction à 1 °/₀, les extraits de terre, l'extrait de sang desséché à 3 °/₀, la décoction de fumier de cheval, etc. Martin et Lewin donnent la préférence aux substratum solides, tels que les plaques d'agar à 15 gr. par litre d'extrait de viande. Comme colorants, on donne le pas à l'hématoxyline ferrique. Pour leur dénombrement, les méthodes utilisées en médecine pour la numération des globules rouges du sang peuvent être employées. D'ailleurs, la Protozoologie du sol n'a qu'à puiser dans l'arsenal assez riche de la Parasitologie humaine concernant les Protozoaires pour y trouver nombre de méthodes

1. *Journal of Bacteriology*, 1916, pp. 423-433.

2. Kopeloff et Coleman ont fait, dans *Soil Science* (vol. VIII, pp. 197-269, mars 1917), une revue des recherches concernant les Protozoaires et la stérilisation du sol, qu'accompagne un index bibliographique de 337 publications.

1. Sur ce sujet, voir : D. Zolla, Revue d'Agronomie. « I. La Fatigue du sol... », dans cette *Revue*, 1915, p. 116.

d'observation sur le vivant ou par fixation et coloration.

La numération des individus contenus dans un sol donné et leur attribution spécifique présentent des difficultés spéciales. Martin et Lewin[1] font ressortir qu'il n'est guère possible de réaliser une méthode donnant le nombre exact des Protozoaires actifs à cause de l'hétérogénéité du sol. On peut seulement se faire une idée de l'abondance relative des Protozoaires dans des terres diverses.

Ils préconisent la méthode suivante : Dans un plat où se trouve l'échantillon de terre, on ajoute de l'eau peu à peu jusqu'à immersion ; à la surface, se forme une pellicule dont on prélève des parcelles à l'aide de lamelles couvre-objet. En fixant la préparation obtenue, par exemple avec une solution d'acide picrique ou de chlorure de mercure, on obtient les formes actives, c'est-à-dire non enkystées.

On peut encore verser directement sur la terre, placée dans une capsule de porcelaine, le fixateur : acide picrique ou chlorure mercurique (solution aqueuse saturée + volume égal d'alcool). La pellicule est recueillie sur lamelle.

Une autre méthode consiste à insuffler de l'air au travers d'une émulsion de terre contenue dans un long tube de verre (50 cm.), de façon à ce que les bulles en s'échappant aillent se briser contre un couvre-objet revêtu d'agar. Grâce à l'action mécanique exercée, des Protozoaires se sont *détachés* des particules auxquelles ils adhéraient pour venir se fixer sur l'agar. Suivant la méthode employée, des terres semblables ne donneront pas forcément la même faune à l'observateur, ce qui en dénote l'imperfection. Des Flagellés plus ou moins volumineux, par exemple, peuvent céder plus ou moins facilement à l'action physique ou mécanique de l'eau ou de l'insufflation ou rester adhérents aux particules terreuses. La méthode des cultures n'est pas meilleure, car elle favorise les grands Flagellés au détriment des autres microorganismes.

La nécessité de méthodes plus parfaites s'impose donc pour la détermination des formes actives du sol. Il faudra aussi établir des recherches systématiques sur les variations de la faune avec le terrain, les saisons et les conditions de la culture.

3. *La stérilisation partielle des sols.* — L'exposé que nous venons de faire des recherches concernant la Protozoologie du sol va nous permettre de comprendre l'utilité et le mode d'action de la stérilisation partielle du sol au point de vue de la productivité. Il faut dire, d'ailleurs, que les Protozoaires n'ont pas été seuls mis en cause dans cette question, mais que plusieurs hypothèses différentes ont été émises dont nous dirons, plus loin, quelques mots[1].

Comme plusieurs autres découvertes fameuses, telle l'atténuation des virus par Pasteur étudiant le choléra des poules, celle de l'effet favorable de la stérilisation partielle des sols sur la fertilité a été due à une circonstance fortuite, à un accident de laboratoire. E. J. Russell[2], directeur de la station de Rothamstead, voulait démontrer expérimentalement le fait connu qu'une terre stérilisée à 130° C., privée de microorganismes par conséquent, devient incapable d'absorber l'oxygène. A la suite d'un accident, l'autoclave ne put être employé, on fit usage d'une simple étuve à vapeur; or, la terre ainsi traitée, loin de perdre sa propriété d'absorber de l'oxygène, l'avait accrue. Les microorganismes n'avaient donc pas tous été tués, les sporulés avaient résisté; la stérilisation réalisée avait été partielle. Le même résultat fut obtenu par une stérilisation partielle au moyen d'antiseptiques. On doit supposer que les bactéries qui ont résisté, trouvant libre le champ de la concurrence vitale, ont pu se multiplier bien plus activement que dans les circonstances ordinaires et augmenter d'autant leur effet utile.

Russell a conclu que la stérilisation partielle augmente l'activité bactérienne et, par suite, le taux de décomposition. Il se produit une plus grande quantité de matières nutritives pour la plante, et il résulte des tableaux publiés par Russell que la quantité de matière sèche obtenue en terres traitées soit par la chaleur, soit par le sulfure de carbone, est supérieure à celle que donnent les témoins.

Il ne serait peut-être pas très juste d'attribuer à Russell seul le mérite de cette découverte. Comme il arrive souvent, avant les savants qui orientent définitivement une question dans une voie féconde, se placent des précurseurs : tels, dans ce cas, les observateurs qui notèrent à ce point de vue les effets du sulfure de carbone incorporé au sol pour la lutte contre le phylloxera, tel Aimé Girard déterminant l'augmentation

1. *The Journal of Agricultural Science*, pp. 106-119, 2 pl.; 1915.

1. M. D. Zolla, dans sa « Revue d'agronomie » de 1915 (*Revue g. des Sc.*, t. XXVI), traite (p. 118) des « expériences de stérilisation des sols » et particulièrement de celles de M. Miège et de M. Rollet. Nous renvoyons le lecteur à ce travail.

2. E. J. Russell : La stérilisation partielle du sol. Travaux récents de la station d'expériences agricoles de Rothamstead (Angleterre). *Bull. de l'Inst. int. d'Agr. de Rome*, Aperçus originaux, an. VII, mai 1917, pp. 693-703.

que produit ce traitement sur le rendement du blé, du trèfle et de la pomme de terre.

Russell porte directement ses investigations sur l'effet produit sur l'élément bactéricide du sol. Par numération des colonies produites par l'ensemencement de 1 gramme de terre sèche sur plaque de gélatine, il constate l'augmentation du nombre des bactéries à la suite du traitement. Quand on emploie un antiseptique, comme le toluène, il y a d'abord diminution, puis augmentation progressive qui coïncide avec le moment où s'évapore l'antiseptique. Au bout de quelques jours, le nombre dépasse celui des microbes de la terre non traitée.

Avec le nombre des bactéries, s'accroît la production d'ammoniaque. La connexion est si étroite qu'il paraît y avoir rapport nécessaire; cette ammoniaque se produit aux dépens de composés organiques, l'azote nitrique ne disparaît pas.

L'amélioration est persistante; un second traitement ne produit que peu ou pas d'effet. L'addition d'une parcelle non traitée entraîne une nouvelle progression du nombre des bactéries et aussi de la production d'ammoniaque si cette terre est convenablement sèche, mais une régression, au contraire, si elle est assez humide et a reçu d'abondantes fumures organiques.

De ces faits, Russell cherche à déduire quel est le facteur limitant de la fertilité que le traitement a fait disparaître ou a atténué. Ce ne sont pas les bactéries, ni leurs produits, ni une manifestation propre et spontanée des terres. Cependant, cet élément peut être introduit par des terres non traitées ; la chaleur, les antiseptiques ayant une action suffisante, l'annihilent; cette action paraît s'exercer sur des organismes sensibles, tels ceux ne produisant pas de spores; si l'action a été assez faible, l'élément peut reprendre son activité après l'avoir temporairement perdue; il peut être introduit dans des terres, où il avait été anéanti, au moyen de parcelles de terre non traitées; il se développe beaucoup plus lentement que les bactéries et peut ainsi ne produire que peu ou pas d'effet pendant un certain temps; il provoque ensuite une diminution considérable du nombre des bactéries et son effet final est notoirement hors de proportion avec la parcelle de terre introduite; l'amélioration des conditions trophiques du sol le favorise et, parallèlement, la vie des bactéries se trouve déprimée et cela d'autant plus qu'il est plus favorisé.

Le facteur limitant est donc un être vivant; n'étant pas de nature bactérienne, il a fallu chercher parmi les autres microorganismes du sol ceux qu'on pouvait incriminer. On a alors constaté combien les Protozoaires sont abondants dans les conditions où s'exerce le « facteur limitant ». Ces Protozoaires sont tués par la stérilisation et l'on sait, d'autre part, quelle est leur influence destructive sur les bactéries.

Il paraît donc vraisemblable d'admettre que les Protozoaires du sol, dans certaines conditions à eux favorables, luttent au détriment des bactéries. La stérilisation partielle les détruit facilement, tandis que les bactéries — au moins celles qui sont sporulées — résistent; elles se développeront d'autant mieux, ultérieurement, que, dans la concurrence vitale, sera éliminé leur plus dangereux ennemi. Or, parmi les bactéries à spores se trouvent précisément de nombreuses espèces avides d'oxygène, parmi lesquelles le *Bacillus subtilis*. (On tente actuellement de venir au secours de ce moyen naturel par ensemencement direct du sol au moyen de cultures de certaines bactéries choisies.)

Pour Russell, le « facteur limitant » est donc le facteur Protozoaire.

Une preuve à l'appui de cette théorie, que toutes les considérations précédentes rendent plausible, est que des *cultures* de Protozoaires introduites dans la terre traitée abaissent le taux des bactéries. C'est Goodey qui, comme nous l'avons relaté plus haut, a réussi ces inoculations, après quelques échecs, en se plaçant dans les conditions spéciales que nous avons rapportées.

A côté de cette théorie séduisante de Russell, en existent un certain nombre d'autres que nous devons également mentionner :

1° Les agents stérilisants mis en œuvre ont une action stimulante directe sur la croissance des plantes en vertu d'une propriété physiologique. C'est la théorie de la « stimulation directe » de Koch. Elle est peu admise.

2° Certaines bactéries antagonistes sont détruites, ce qui permet un nouvel essor de celles qui subsistent, fait qui se traduit par une plus grande activité bactérienne et une plus abondante formation de matière assimilable et, par suite, par une fertilité plus considérable. C'est la théorie de la « stimulation indirecte » de Hiltner et Störmer. Elle est encore en vogue, mais ne rend pas aussi bien compte des faits que celle de Russell.

3° La stérilisation partielle entraîne des modifications chimiques du sol qui, d'après Pickering, seraient suffisantes à expliquer l'augmentation de fertilité.

4° Pour Greig, Smith, et d'autres auteurs, ce seraient les bactério-toxines qu'atteindrait la stérilisation partielle. De plus, pour Greig, les traces d'antiseptiques qui restent dans le sol

suffisent à expliquer la multiplication bactérienne.

En somme, de la multiplicité de ces explications et d'autres que nous n'avons pas rapportées, il faut conclure que cette question si complexe de biologie du sol n'est pas complètement résolue. Il faudra, pour y arriver, élucider d'abord un certain nombre de questions préalables : rapports entre les Protozoaires et les Bactéries dans un sol normal; propriétés dans le sol des divers groupes d'organismes et manière dont les affecte la stérilisation; rôle des champignons du sol vis-à-vis des Bactéries ou des Protozoaires; propriétés des associations de Protozoaires avec d'autres organismes; actions réciproques des cultures pures de Bactéries et de Protozoaires; stérilisation d'un sol sans affecter sa composition chimique. D'ailleurs, la théorie des Protozoaires facteurs limitants de la fertilité est contestée par divers expérimentateurs, comme I.-L. Hills, J. Scherman, etc.

Quoi qu'il en soit, la stérilisation partielle du sol rend déjà des services importants en culture maraîchère, en horticulture et dans tous les cas de culture en serre et sous châssis où elle permet d'enrayer la « fatigue du sol ». Il y a donc lieu de rappeler les méthodes usitées dans la pratique ou celles qui sont à l'essai.

a) *Chaleur humide et chaleur sèche.* On a fait d'abord circuler de la vapeur d'eau dans le sol, ce qui était d'une pratique difficile et coûteuse. Actuellement, surtout pour la culture maraîchère et horticole privée, on utilise la chaleur sèche [1]. Les températures utilisées vont de 50° à 98°.

b) *Agents chimiques, antiseptiques.* Le prix trop élevé de la stérilisation par chauffage rend le procédé inaccessible à la grande culture. Il n'en serait pas de même de l'emploi des agents chimiques. On trouvera des renseignements sur nombre d'entre eux dans la *Revue d'Agronomie* de M. Zolla (1915, *loc. cit.*). Rappelons que le toluène et le sulfure de carbone donnent de bons résultats, mais ils sont encore trop coûteux. Par contre, la chaux, que l'on est habitué à considérer exclusivement comme agent trophique et comme base favorisant le processus de la nitrification, agirait comme antiseptique. Elle retient l'attention par son prix peu élevé. A la dose de 0,5 à 1 % du sol, elle paraît avoir la propriété de modifier d'une façon favorable le microbisme de la terre arable.

1. Suivant une installation décrite et figurée dans *The Gardeners' Chronicle*, vol. LIX, n° 3914, p. 10, 1 fig.; janv. 1916.

Buddin [1] a expérimenté, à la *Rothamsted Experimental Station*, une vingtaine de produits chimiques volatils ou non. Un grand nombre ont produit une stérilisation partielle présentant les caractères suivants : diminution du nombre des bactéries au début de l'expérience, suivie de son augmentation très rapide et durable; destruction des protozoaires, augmentation de la teneur en ammoniaque et, par suite, de la productivité du sol.

Les substances solides n'ont pu produire l'effet cherché, qui est réalisé seulement par les antiseptiques assez volatils ou éliminables. Ces expériences ont fait ressortir la valeur du phénol et du crésol.

Un fait intéressant a été mis en évidence dans cette série d'essais, à savoir que certaines espèces de bactéries du sol peuvent résister à des doses extraordinaires de poisons — ce qui ne nous surprend pas, étant donnée la diversité de substances à pouvoir antitoxique présentes dans le sol : ces bactéries peuvent alors se multiplier et arriver à constituer des cultures pures. On conçoit l'intérêt de cette observation lorsque les bactéries qui arrivent ainsi à prédominer sont utiles au point de vue de la productivité.

Skalskji (1916) a expérimenté l'action du chloroforme sur le *tchernozion* (terre noire de Russie). Ce corps est mis durant 3 jours au contact de la terre en vase clos, puis évaporé complètement. L'effet se traduit par une augmentation de production de la masse végétale, mais il n'est pas aussi accentué que celui de la chaleur, qui entraîne une pullulation des bactéries et une désintégration subséquente des substances organiques de cette terre qui en est particulièrement riche, à un tel degré que la stérilisation aurait le même effet que la fumure complète.

Enfin, tout récemment, M. Truffaut [2] a rendu compte d'une série d'expériences s'étendant à plusieurs hectares. Après avoir essayé divers carbures aromatiques, il revient à l'emploi du sulfure de carbone préconisé par Oberlin en Alsace, il y a plus de 25 ans, mais il lui donne la forme très favorable d'émulsion. Il en est de même pour le sulfure de calcium. L'un et l'autre étaient appliqués à raison de 500 kg. à l'hectare. Une augmentation de rendement (choux, oignons, etc.) de 100 à 200 % fut constatée.

§ 2. — Les matières fertilisantes

1. *Nouveaux engrais azotés.* — L'Allemagne, ne recevant plus de nitrate de soude du Chili, devait

1. *The Journal of Agric. Science*, vol. VI, 1914, pp. 417-451.

2. *Ac. d'Agriculture*, 4 décembre 1918.

obtenir tous les composés azotés de l'ammoniaque. Il s'agissait, d'autre part, d'économiser l'acide sulfurique qui ne joue d'ailleurs pas de rôle utile et, par suite, de remplacer les sulfates[1]. On a substitué à l'acide sulfurique le bisulfate de soude, produit résiduel de la préparation de l'acide nitrique. On l'ajoute au superphosphate et aux scories Thomas et on obtient ainsi un engrais composé azophosphaté.

Nitrate d'ammoniaque. Ils ont enfin pensé à utiliser comme engrais le nitrate d'ammoniaque, que l'on étudiait déjà à ce point de vue avant la guerre. Il faut établir si cet engrais, très concentré en ce qui concerne l'azote (35 %) et, par suite, d'un transport facile, peut donner les mêmes résultats à égalité d'azote qu'un engrais plus dilué. Le prix de revient de cet azote avait fait jusqu'alors reculer devant l'emploi de l'engrais et aussi le fait qu'il n'avait jamais été mis couramment à la disposition des agriculteurs. Il n'en est plus de même aujourd'hui, où il ne trouve plus son emploi dans les poudreries. C'est ainsi que le Ministère de l'Agriculture et du Ravitaillement donnait avis, au début de 1919, de la mise en vente d'engrais azotés provenant des poudreries, délivrés par l'Office central des produits chimiques agricoles, à Paris.

Le nitrate d'ammoniaque y est coté 145 fr. les 100 kg. en fût de 250 kg. environ, tare de 15 % à déduire. Il dose 33 à 34 % d'azote. A titre de comparaison, nous donnons ici les chiffres correspondant aux autres engrais azotés de même provenance :

Nitrate de soude,	15 à 16 % d'azote,	72 fr. 35 les 100 kg.
Cyanamide,	16 à 18 % d'azote,	64 fr. —
Sulfate d'ammoniaque,	20 % d'azote,	96 fr. —
		(tare 1 % à déduire)

On signale aux agriculteurs que 100 kg. de cet engrais, nouveau pour eux, doivent être considérés, tant du point de vue du mode d'emploi que de la valeur fertilisante, comme l'équivalent de 200 kg. d'un mélange à parties égales de nitrate de soude et de sulfate d'ammoniaque.

Le nitrate d'ammoniaque a fait l'objet d'essais de la part de Th. Schlœsing (fils)[2].

Pour en préciser la valeur fertilisante, il a pratiqué des essais en pots en procédant comme suit : Une série de pots contenait chacun 8 kg. de terre à humidité initiale de 12,9 %, et 15 kg. de phosphate bipotassique, comme engrais fondamental. L'engrais azoté était ajouté à chaque pot, sauf à 2 qui servaient de témoins ; cet engrais contenait 3 g. 37 d'azote par pot. Dans 4 pots, c'était de l'azotate d'ammoniaque, dans 4 autres, du sulfate d'ammoniaque. Ces pots furent ensemencés avec des grains de maïs de même poids. Les plantes furent coupées au ras du sol au début de l'épiage et les rendements par pots, poids moyen de la récolte séchée à l'air, furent les suivants : pots témoins : 87 gr. 6, pots avec sulfate d'ammoniaque : 106 gr. 8, pots avec nitrate d'ammoniaque : 108 gr. 4. Le nitrate d'ammoniaque a donc fourni un excédent de récolte sèche au moins égal à celui du sulfate d'ammoniaque.

Schlœsing indique également la manière de faire les essais en pleine terre. Ultérieurement M. Bachelier[1] a fait de tels essais, qui ont confirmé que l'unité d'azote dans le nitrate d'ammoniaque a sensiblement la même valeur que dans les autres sels fournis par le commerce.

Schlœsing fait d'importantes remarques concernant l'influence de l'humidité sur les rendements respectifs des engrais à azote nitrique et des engrais à azote ammoniacal.

Dans les expériences ci-dessus, l'humidité de la terre fut maintenue constamment à un degré prononcé, plutôt favorable au rendement de l'azote ammoniacal. On constata, en effet, que, bien que les engrais à azote nitrique donnent des récoltes légèrement plus fortes que les engrais à azote ammoniacal, cette différence s'annule lorsque l'année est très humide.

Il est assez généralement admis que l'azote des engrais ammoniacaux doit être nitrifié avant d'être utilisé par la plante. Cependant des auteurs tels que Müntz, Mazé, Schlœsing fils, ont montré que l'absorption sous forme ammoniacale se fait aussi bien que sous forme nitrique ; il y a seulement, entre les deux, une différence de vitesse dans l'absorption. Cette différence paraît pouvoir s'expliquer par une influence des propriétés absorbantes du sol vis-à-vis de l'ammoniaque. Celle-ci serait moins mobile que la forme nitrifiée de l'azote ; un excès d'eau, en favorisant le jeu des équilibres qui amènent la dissolution de nouvelles quantités retenues par la terre, permet d'en libérer constamment, ce qui ne se produirait pas en terre moins humide. C'est ainsi que s'expliquerait l'influence favorable de l'humidité sur l'action fertilisante de l'azote ammoniacal.

Si l'emploi de l'azotate d'ammoniaque est nouveau chez nous, cet engrais azoté synthétique est fabriqué en Norvège depuis quelques années et l'exportation de ce pays, qui était en 1911 de 3.000 tonnes, est passée à 59.639 tonnes en 1916. Les pays qui recevaient ce produit jusqu'en 1917 sont surtout le Canada et la Suède.

1. Voir MATIGNON : L'effort allemand dans le domaine des matières azotées. *Rev. gén. des Sc.*, 15 et 30 janv. 1917, p. 6-12 et p. 50-56.

2. *C. r. de l'Académie des Sciences*, 6 mai 1918.

1. *Acad. d'Agriculture*, 5 fév. 1919.

Les résultats de ces expériences, faites en pots avec un maïs fourrage, se confirment et se généralisent par ceux, beaucoup plus étendus, d'expériences poursuivies depuis trois ans dans le N.-E. de l'Ecosse sous les auspices du Collège d'agriculture du nord de l'Ecosse. Elles ont porté sur le foin et l'avoine (*Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XXXVII, p. 146, 30 avril 1918). On procédait de la façon suivante : 1° des parcelles ne recevaient pas d'engrais ; 2° une parcelle recevait un mélange de superphosphate et de potasse (pas d'engrais azoté) ; 3° des parcelles recevaient le mélange précédent et, en plus, un engrais azoté variable, mais en quantité telle que la même proportion d'azote fût administrée par are. L'excédent de récolte des parcelles 3 sur les parcelles 2 provenait uniquement de l'effet de l'engrais azoté.

Le résultat général fut le suivant : le nitrate d'ammoniaque donne des augmentations de récolte au moins aussi grandes, poids pour poids d'azote, que n'importe lequel des autres engrais azotés employés : nitrate de soude, nitrate de chaux, sulfate d'ammonium. Le nitrate d'ammoniaque employé était presque pur, il contenait de 34 à 34,8 °/₀ d'azote (au lieu de 35 °/₀, quantité théorique).

A côté de ces avantages, le nitrate d'ammoniaque présente quelques inconvénients : il est hygroscopique comme le nitrate de chaux, ce qui le désavantage vis-à-vis du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque. Il ne peut être conservé en sacs et nécessite l'emploi de fûts. On a essayé de le mélanger avec d'autres engrais comme le superphosphate, mais ces mélanges sont également pâteux et humides.

2. *Engrais agissant simultanément par leur acide phosphorique et leur azote.* — Les Allemands ont utilisé la capacité du superphosphate de chaux d'absorber le gaz ammoniac pour obtenir un nouvel engrais agissant simultanément par tout son acide phosphorique et tout son azote[1].

Pour économiser l'acide sulfurique destiné à absorber l'ammoniaque dans la fabrication du sulfate, on fait absorber le gaz ammoniac (provenant des eaux-vannes, des eaux du gaz ou de la cyanamide) par du superphosphate de chaux préparé à l'aide du bisulfate de soude, résidu des poudreries encombrant et de peu de valeur.

Le gaz ammoniac passant sur le superphosphate est vivement absorbé avec production de chaleur. Une molécule de phosphate monocalcique absorbe 4 molécules de gaz ammoniac. Il se produit encore d'autres transformations sous l'influence du plâtre que renferme le superphosphate. M. Ch. Brioux[1], qui a étudié les propriétés chimiques du nouvel engrais, propose pour lui, à défaut d'autre désignation commode, celle de « superphosphate d'ammoniaque ». En réalité, c'est un complexe de phosphate de chaux insoluble et de sulfate d'ammoniaque. La réaction peut se produire comme suit :

$$\underbrace{CaH^4(PO^4)^2 + 2CaSO^4,2H^2O}_{\text{Superphosphate}} + 4NH^3$$
$$= 2(NH^4)^2SO^4 + Ca^3(PO^4)^2 + 4H^2O.$$

L'acide phosphorique du superphosphate traité par le gaz ammoniac est presque insoluble dans l'eau, mais il est dissous facilement dans une solution faible d'acide citrique. L'eau contenant de l'acide carbonique dissout aisément l'acide phosphorique du superphosphate traité par le gaz ammoniac.

Le gaz ammoniac absorbé ne se dégage pas pendant la conservation de ce superphosphate, même après plusieurs mois.

L'auteur a fait de 1913 à 1915 des expériences comparatives nombreuses en vue de déterminer si l'engrais en question convient à la fumure et s'il peut remplacer l'« *Ammoniaksuperphosphat* » ordinaire (mélange de superphosphate et de sulfate d'ammoniaque).

Ses essais ont porté sur l'avoine et la moutarde blanche cultivées en pots et sur parcelles de 1 m². Il a obtenu, en moyenne, pour l'« Ammoniaksuperphosphat », 100 unités de rendement, et 101 unités pour le nouvel engrais, qui n'est, par conséquent, pas inférieur au premier.

En se fondant sur le même principe, les Américains obtiennent le phosphate d'ammoniaque « Ammophos », engrais que fabrique l'« American Cyanamid Company ». Les recherches sur les sels ammoniacaux comme engrais ont été exécutées jusqu'à ce jour avec du sulfate d'ammoniaque et quelques autres sels, mais jamais avec le phosphate d'ammoniaque que son prix de revient écartait du domaine de la pratique ; grâce à une nouvelle méthode de préparation industrielle, ce vice rédhibitoire paraît écarté.

On le prépare en mélangeant du phosphate minéral moulu avec une quantité d'acide sulfurique suffisante pour mettre en liberté tout l'acide phosphorique, que l'on sépare par filtration et lavage ; d'un autre côté, de l'ammoniac gazeux est produit en traitant de la cyanamide de calcium brute par la vapeur en autoclave et sous pression de plusieurs atmosphères, et l'on fait

1. Gerlach : *Zeitschrift für angewandte Chemie*, t. XXIX, pp. 13-14 ; 11 janvier 1916, Leipzig.

1. *C. r. Ac. d'Agr.*, 12 juin 1918.

barboter cet ammoniac dans l'acide phosphorique jusqu'à sa transformation presque complète en phosphate biammonique; il se forme cependant en même temps un peu de phosphates doubles (de fer et d'ammoniaque, d'aluminium et d'ammoniaque) insolubles dans le citrate; on ajoute ensuite de l'acide phosphorique en titrant avec le méthylorange jusqu'aux proportions du phosphate monoammonique, de façon à rendre assimilables même les phosphates insolubles. La solution évaporée à siccité donne enfin le produit commercial « Ammophos », dont l'aspect de matière grise, légère, est analogue à celui du superphosphate.

Allison[1] s'est proposé de rechercher les meilleures conditions de l'emploi et les doses convenables de cet engrais. Le phosphate d'ammoniaque commercial dont il s'est servi dosait: 13,5 % d'ammoniaque et 43 % d'anhydride phosphorique, dont 96,5 % solubles dans l'eau et le citrate.

Il résulte de ces essais, sur lesquels nous ne pouvons nous appesantir, que le phosphate d'ammoniaque a en général la même valeur, par équivalent d'azote, que le sulfate d'ammoniaque et par équivalent de phosphore, que le superphosphate; on pourra l'employer pour remplacer ces deux engrais à la fois. Le phosphate d'ammoniaque est promptement nitrifié et utilisé par les microorganismes et par les plantes.

Les fortes concentrations, dont il faut prévoir les effets nuisibles, ont une action analogue à celle du sulfate d'ammoniaque et il est légèrement moins toxique que le nitrate de soude.

3. *Le Magnésium.*— L'influence du magnésium sur le développement des plantes est connue depuis longtemps. Quelques recherches récentes sont venues préciser son importance dans la constitution de la chlorophylle.

La nécessité du magnésium pour les plantes est démontrée par le sérieux déficit des cultures faites en l'absence totale de ce corps, par l'effet très favorable de son addition, dans le cas, par exemple, des expériences faites sur les terres betteravières dans la région des Flandres; enfin, Raulin en avait donné la preuve et montré l'importance dans ses travaux célèbres sur les corps indispensables à la constitution de la matière végétale. Mais, déjà avant que Raulin appliquât sa méthode dite « des physiologistes », la méthode « des chimistes », c'est-à-dire la simple analyse, avait montré la présence de la magnésie dans les plantes. Inséparable compagnon du phosphore, le magnésium existe dans les albuminoïdes les plus complexes, le noyau, les plastes et tout particulièrement les chloroplastes. Il est plus fréquent dans les tissus jeunes : les méristèmes, les cambium; cela se conçoit par le volume relatif du noyau, par rapport au reste du tissu, plus grand dans ces éléments jeunes qu'il ne sera par la suite; les cendres des graines en renferment généralement beaucoup plus que de chaux.

Nous ne reviendrons pas sur les travaux des auteurs dont les noms sont attachés à la découverte du magnésium et de son rôle dans la chlorophylle : A. Gautier, Hoppe-Seyler et, plus récemment, Willstätter, Tsvett ainsi que, d'une façon indirecte, Grignard. Rappelons seulement que, pour Willstätter, ce serait le métal dont l'action catalytique provoquerait la synthèse chlorophyllienne.

Les travaux de Eva Mameli et ceux d'André, dont nous allons parler, démontrent encore l'existence d'un rapport physiologique étroit entre le magnésium et la chlorophylle et appuient la constatation de Willstätter que la chlorophylle est un composé magnésien.

Eva Mameli a montré que la quantité de chlorophylle qui se forme est en rapport avec la quantité de magnésium donné à la plante. En effet, des plantes très diverses, tant algues que plantes supérieures, cultivées dans des solutions privées de magnésium, ne donnèrent que des végétations étiolées; les mêmes plantes, cultivées dans des solutions renfermant des quantités variables de magnésium, donnèrent un appareil végétatif dont l'intensité de coloration était fonction du magnésium administré. Les essais colorimétriques des extraits éthérés des feuilles prouvèrent ce rapport direct et constant entre le magnésium et la chlorophylle.

Le même auteur fortifie sa démonstration de l'observation du comportement du magnésium chez les plantes albinisées et chlorotiques[1]. De la comparaison des analyses, il conclut que : 1° chez les plantes atteintes de chlorose, les parties chlorotiques contenaient, dans 2 cas sur 3, une moins grande quantité de magnésium. La nature variée des causes physiologiques qui engendrent la chlorose doit exercer une action différente, suivant les cas, sur l'absorption des sels; 2° chez les plantes albinisées, la quantité de magnésium fut, dans 8 cas sur 9, plus grande dans les parties vertes que dans les parties blanches du même individu.

1. *Soil Science*, vol. V, p. 1-79 + 10 fig., bibliographie de 36 publications, Baltimore, janvier 1918.

1. *Atti della Reale Acad. dei Lincei, Rendiconti*, 25 fév. 1915, pp. 262-267.

Dans un autre mémoire, E. Mameli[1] confirme les résultats analytiques de Willstätter et ses collaborateurs quant à la présence du magnésium et à l'absence du phosphore dans la molécule de chlorophylle, contrairement à la théorie lécithinique qui veut, avec Stoklasa, Sebor et Senft, que le phosphore fasse partie de la molécule de chorophylle et que les chloroplastes ne puissent se former sans lui.

G. André[2] part de ce raisonnement que, si le magnésium joue dans la molécule de la chlorophylle le rôle particulier qu'on lui attribue et que nous avons signalé plus haut, on doit s'attendre à trouver que le poids de cet élément sera d'autant plus grand que le phénomène d'assimilation aura acquis plus d'intensité dans les feuilles d'où on l'aura extrait.

L'auteur dose donc Mg et P à divers moments de la végétation. Le dosage du phosphore présente, suivant lui, un intérêt du fait qu'on le rencontre dans la molécule des lécithines et des nucléines qui forment le substratum incolore (c'est le plaste proprement dit) sur lequel se fixe le pigment vert (la chlorophylle proprement dite) et dont le rôle dans l'assimilation est probablement capital. Une partie du phosphore (calculé en PO^4H^3) est soluble dans l'éther et l'alcool (P et Mg organiques), une autre partie est insoluble (P et Mg résiduels). Il en est de même pour le magnésium, calculé en MgO.

Or, le poids absolu de magnésie organique (celle qui est entraînée par l'éther et l'alcool) atteint son maximum : le 4 mai, chez le Marronnier, le 3 mai chez le Lilas, le 26 avril chez le Châtaignier.

En supposant qu'à l'époque où le rapport entre le poids du Mg organique et celui du Mg résiduel atteint sa plus grande valeur, correspond l'activité maximum de la fonction d'assimilation, il faut conclure que cette fonction s'exerce de la façon la plus intense pendant toute la durée du mois de mai chez le marronnier, au début du mois de mai chez le lilas et entre la fin de mai et le milieu de juin chez le châtaignier. D'un autre côté, lorsque l'on compare les rapports $\frac{\text{P organique}}{\text{P résiduel}}$ et $\frac{\text{Mg organique}}{\text{Mg résiduel}}$, on trouve chez les feuilles de marronnier une concordance satisfaisante entre les maxima de ces deux rapports. Quoique cette concordance soit moins marquée chez les deux autres espèces, il est raisonnable d'admettre que le maximum de l'activité végétale se traduit en même temps par l'élaboration des hydrates de carbone et la production des composés organo-phosphorés dont l'existence paraît liée, selon l'auteur, d'une façon incontestable à la synthèse chlorophyllienne.

Il y aura intérêt à étendre ces expériences à d'autres espèces végétales.

Nous ajouterons que, si l'on s'est peu occupé de la magnésie comme engrais, c'est qu'elle est assez constante et en quantité suffisante dans les sols pour fournir une longue série de récoltes. Dans les terres ordinaires, sa proportion varie de 0,5 à 4 %; elle est particulièrement forte dans les sols dolomitiques (la dolomie est un calcaire magnésien) et, enfin, les sols qui en sont trop riches peuvent devenir nuisibles à la végétation, comme il advient pour beaucoup d'autres substances, utiles à dose convenable[1].

4. *Le Calcium.* — Il est intéressant de dire un mot sur la façon dont les plantes se comportent vis-à-vis du calcaire du sol à propos des recherches de Mlle Robert; elles éclairent d'une façon remarquable la vieille question des plantes calcifuges et calcicoles et trouvent leur application en Agronomie[2].

On sait que les végétaux calcifuges, c'est-à-dire qui se comportent comme s'ils fuyaient le calcaire, n'ont qu'un besoin très réduit de calcaire, et cependant l'analyse de ces végétaux montre que les cendres en sont particulièrement riches.

Ce dernier fait, inattendu, et l'observation que la proportion de calcium fixé par les plantes calcicoles et calcifuges est à peu près la même, permettent de faire diverses hypothèses que Mlle Robert a vérifiées expérimentalement; elle conclut ainsi :

1° Les plantes calcifuges sont douées d'un grand pouvoir absorbant vis-à-vis du calcium. Elles peuvent vivre sur des terrains pauvres en chaux parce que, grâce à leur grande faculté d'assimilation, elles sont capables d'y puiser une quantité de calcium suffisante pour leur développement, cette quantité n'étant pourtant pas inférieure à celle qui est utile aux autres végétaux. Mais, absorbant trop facilement le calcaire, pourrait-on dire, elles paraissent le fuir pour éviter d'en absorber à dose toxique.

2° Les végétaux calcicoles sont, au contraire, ceux qui possèdent un très faible pouvoir d'absorption vis-à-vis du calcium; il faut qu'ils en

1. *Ibid.*, 6 mai 1915, pp. 755-760.
2. *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 10 avril 1916.

1. Voir aussi plus haut ce qui concerne l'effet du rapport $\frac{\text{chaux}}{\text{magnésie}}$ sur le développement de l'*Azotobacter* dans le sol et la fixation consécutive d'azote atmosphérique.
2. *Bul. de la Soc. de Chimie biologique*, juin 1914. Recherches sur le rôle physiologique du calcium chez les végétaux *Thèse*, Paris, 1915, et « Le rôle physiologique du calcium chez les végétaux». *Rev. gen. des Sc.*, 27 jan. 1917, pp. 101-109.

trouvent beaucoup pour en obtenir peu, d'où leur prédominance en sols calcaires où ils peuvent s'accommoder sans souffrir, même si la quantité en est forte.

Au point de vue de la pratique agricole, les recherches de Mlle Robert montrent que l'analyse des cendres des végétaux poussant sur un terrain donné, en vue d'établir la constitution chimique de ce terrain d'une façon suffisante pour guider sur la nature des engrais à y apporter, peut se trouver en défaut ; ce sont précisément les végétaux les plus riches en chaux qui indiquent un terrain où il y a moins de calcaire et où il en faut moins apporter pour ladite plante et inversement.

Des recherches de Maquenne et Demoussy[1] sur l'influence de l'eau et des matières minérales sur la germination des Pois ont établi que le calcium a une influence déjà sensible à une dilution de quelques cent-millionièmes seulement. On peut comparer l'énergie de cette action à celle des toxiques les plus puissants, qui se manifeste, comme on sait, à des doses extrêmement faibles.

Cette action du calcium avait été mal interprétée ou méconnue parce qu'on avait constamment expérimenté avec des doses trop fortes. Il arrivait même que l'expérience fût entachée de nullité avant même que d'être commencée. En effet, les auteurs démontrent que la stérilisation de l'eau dans le verre, en autoclave, provoque l'attaque du verre par l'eau qui renferme alors des quantités de matières salines qui, quoique faibles, sont beaucoup trop grandes encore (40 à 50 mg. par litre, quantité plus de 50 fois supérieure à celle qui commence à se montrer active).

Les auteurs ont donc exclu, dans leurs recherches, tous les ustensiles de verre et n'ont utilisé que des vases de quartz et, pour les simples germoirs, de la porcelaine bien vernissée ; ils prennent, en outre, toutes les précautions pour s'assurer de la pureté aussi grande que possible de l'eau employée. Ils font germer des lots de graines de pois gris d'hiver dans l'eau *pure* au sens précis qu'ils déterminent comme nous venons de l'indiquer. Après 10 jours, ils mesurent la longueur des racines (dont ils se préoccupent exclusivement) et constatent une moyenne de 26 mm. Ces dimensions sont extrêmement réduites; de plus, la croissance s'arrête dès le 3e ou 4e jour, la racine principale reste glabre et les radicelles sont rares; l'aspect général est celui d'une plante limite, tout à fait différent de celui qu'offrent les cultures venues dans l'eau distillée ordinaire qui contient toujours un peu de chaux.

Les auteurs n'admettent pas l'opinion d'une action toxique de l'eau pure qui a été émise quelquefois, mais ils soutiennent la thèse que cette eau pure est simplement insuffisante à entretenir le métabolisme de la germination.

Les sels enlevés par l'eau au verre ordinaire sont constitués surtout par un mélange de silicates alcalins et de sulfate de calcium et c'est, d'après les recherches des auteurs, exclusivement le calcium qui agit.

On peut conclure qu'il se révèle ainsi une nouvelle propriété du calcium vis-à-vis des végétaux, propriété jusqu'à ce jour méconnue parce qu'on avait insuffisamment purifié les milieux de culture : celle d'agir sur la végétation à dose infinitésimale.

Des recherches ultérieures de Maquenne et Demoussy[1] ont précisé cette action du calcium; elles ont permis, de plus, des comparaisons avec celle d'autres matières minérales. Après le calcium, à la dose de 0,05 mg. par graine, pour laquelle les toxiques employés n'agissent pas encore, viennent se ranger : le strontium, le manganèse, l'aluminium, le baryum et le magnésium beaucoup moins favorables, puis les métaux alcalins, le zinc, le plomb et le cuivre, qui semblent n'avoir aucun effet immédiat. Le calcium paraît être le seul corps qui, en l'absence de tout autre, soit capable d'assurer la germination normale du pois, à son début. A la dose de 0,01 mg. de sulfate ou de chlorure par graine, ce qui correspond à 0,003 mg. de métal, c'est-à-dire à environ 1/40.000e du poids de la semence sèche, il augmente la longueur des racines de près de moitié et commence à y faire apparaître des poils absorbants. Son action se fait donc sentir à des doses extraordinairement faibles, inférieures à celles où la plupart des toxiques commencent à produire un effet. La matière végétale possède une affinité puissante pour la chaux, qui est un des facteurs indispensables aux premiers stades de la vie de la plante, et la graine n'en renferme pas une quantité suffisante pour satisfaire à ses besoins.

(A suivre.)

J. Beauverie,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

1. *C. r. de l'Ac. des Sc.*, 25 juin 1917, pp. 979-985.

1. *C. r. Ac. des Sc.*, 9 juillet 1917, pp. 45-51.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Goursat (Edouard), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours d'Analyse mathématique.** *Tome II, 3e édition, revue et augmentée. — 1 vol. in-8° de IV-670 p. avec 39 fig. (Prix : 30 fr.). Gauthier Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1918.

Dans ce tome II, M. Goursat introduit la variable complexe $x + iy$ et les fonctions monogènes, ou synectiques, ou analytiques $f(x + iy)$.

Nous avons, d'abord, une image géométrique, la représentation conforme; puis la fameuse *intégrale de Cauchy*, avec toutes ses conséquences admirables et simples. On passe aux périodes des intégrales et, par inversion, aux *fonctions elliptiques* (deux fois périodiques), puis à la définition générale de la fonction analytique.

Viennent ensuite les équations différentielles, théories générales et types classiques, y compris ceux de Fuchs et de Picard.

Enfin les équations aux dérivées partielles du 1er ordre.

Une Note termine l'ouvrage sur le théorème de Picard : au voisinage d'un point singulier essentiel, une *fonction analytique uniforme régulière* est telle que, si A est une constante quelconque, l'équation $f(x) = A$ admettra *une infinité* de racines. Il peut exister, au plus, *deux* valeurs de A pour lesquelles le théorème est en défaut.

La démonstration exige le maniement savant des inégalités, chose ardue car une inégalité facile est trop large et ne donne rien, mais une inégalité serrant de près un élément n'est généralement pas facile à obtenir.

Le livre de M. Goursat a les qualités d'une belle œuvre classique et nous en verrons certainement bientôt une nouvelle édition.

R. D'ADHÉMAR.

Bouasse (H.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Géographie mathématique** (ARPENTAGE, TOPOGRAPHIE, CARTES GÉOGRAPHIQUES, GÉODÉSIE). *— 1 vol. in-8°, de 494 p. avec 233 fig. (Prix : 25 fr.). Librairie Ch. Delagrave, éditeur, Paris,* 1919.

Voici un nouvel ouvrage de M. Bouasse qui, comme ses devanciers, sera lu avec le même intérêt approbatif par les uns, avec le même esprit de dénigrement par les autres. C'est le propre, en effet, des ouvrages de M. Bouasse de forcer à la critique (voir par exemple la *Revue* du 15 décembre 1918), preuve certaine qu'ils sortent du cadre ordinaire des livres qui nous submergent sans utilité et sans profit pour leurs lecteurs.

Ce nouveau volume continue la série de la *Bibliothèque de l'Ingénieur et du Physicien*, tout entière rédigée par M. Bouasse, nouveau témoin ajouté à tant d'autres de l'inlassable fécondité du professeur de la Faculté de Toulouse.

Une surprise y attend le lecteur. Il n'y trouvera pas, en effet, une de ces longues introductions auxquelles nous avait habitués l'auteur. Est-ce la crise du papier ?... ou est-ce que M. Bouasse a pensé que sa façon de concevoir l'enseignement était maintenant suffisamment connue ?

Mais l'auteur ne s'est pour cela pas privé à l'occasion, au cours de son volume, d'appréciations toujours écrites dans la forme vive qui, malgré tout, nous étonne encore. Cette forme demanderait, il faut l'avouer, à être exprimée dans d'autres termes, et les idées qu'il soutient dans des conditions qui dépassent celles d'une discussion courtoise, en ne laissant pas ainsi toujours à ses contradicteurs éventuels tout le sang-froid nécessaire à de tels débats, y gagneraient certainement. Peut-être parviendrait-il alors à rallier des suffrages qui se détournent ainsi systématiquement de lui.

Fidèle à ses principes, M. Bouasse, qui trouve, non sans raisons, que les « traités d'arpentage sont volumineux parce qu'ils enseignent jusqu'aux quatre règles », admet comme connues la géométrie élémentaire, comme aussi ce qui intéresse les appareils de mesure, l'optique, la théorie des erreurs déjà étudiés dans ses autres ouvrages et dont l'introduction ne serait « admissible seulement que pour des lecteurs qui veulent juste savoir leur métier ».

Cela lui permet de traiter toutes les questions d'arpentage et de nivellement dans les 66 premières pages, non pas sans envoyer en passant un coup de patte au Colonel Goulier qui pose, avec sérieux, que le rayon du cercle inscrit du triangle d'erreur déterminant la position d'un point ne doit pas dépasser 0,4 mm., « ce qui fait bien sur le papier », et donner en passant de bons conseils comme celui-ci : « User d'appareils simples, indéréglables, dont la précision soit si l'on veut médiocre, mais au moins connue ».

M. Bouasse passe ensuite à l'étude des coordonnées géographiques, à la détermination du point et de la route d'un navire, ce qui lui demande 60 autres pages. Les 50 suivantes s'occupent de l'étude de la représentation plane de ces coordonnées, c'est-à-dire des cartes géographiques. Il n'y étudie guère que les projections dont parle l'Atlas classique de Schrader-Prudent-Anthoine.

C'est pour lui l'occasion, qu'il n'omet pas de saisir, de prévenir son lecteur qu'il « s'offrira une pinte de bon sang, en comparant son texte à celui de ces Messieurs » qui traitent de la même question dans quatre colonnes d'introduction de leur atlas..... ! Car, entre vouloir faire d'un cours une revue générale de la connaissance et en faire un roman, à l'usage des gens du monde, il y a une juste mesure.

M. Bouasse, qui nous a déjà averti que « les géodésiens modernes ont été uniquement mis au monde pour rendre inabordable leur petit truc », nous expose enfin l'étude de la figure de la Terre, que lui « ne complique pas pour le plaisir », et, en effet, en 100 pages il nous dit tout ce qu'il y a d'essentiel sur le sujet.

La loi de Newton, la gravité, ses conséquences sont ensuite étudiées et ne prennent qu'un développement d'une cinquantaine de pages, au cours desquelles, à propos de la coordination des mesures de la pesanteur et de la formule de Clairaut, il signale « l'arbitraire, l'inutilité et l'absurdité » de la réduction de ces mesures. M. Bouasse, en effet, a-t-il tort quand il parle de la « monomanie des moyennes, des paramètres normaux, des nombres à décimales, et autres fichaises des cours que les polytechniciens apprennent par cœur, qui détournent de se demander si les quantités qu'on représente avec tant de décimales existent seulement ».

Deux courts appendices terminent l'ouvrage. M. Bouasse revient dans le 1er sur la loi de la gravitation et la loi de relativité de Laplace, et dans le deuxième traite rapidement des théories cosmogoniques.

Toutes les qualités d'exposition et de précision de M. Bouasse se retrouvent dans son nouvel ouvrage, dans lequel il a condensé la matière exposée à l'ordinaire dans plusieurs gros volumes où l'essentiel se trouve la plupart du temps perdu dans des expositions accessoires.

Le mérite de ce livre est donc vraiment très grand, et arpenteurs comme topographes retireront de sa lecture l'inestimable avantage d'abord d'avoir acquis une vue concise sur l'ensemble de leur technique, et ensuite d'avoir reconnu que les « trucs » dont on a usé pour la leur enseigner en la rendant d'accès difficile les

conduisaient avec beaucoup de mal à des résultats d'une précision douteuse. M. Bouasse leur enlèvera à cet égard leurs illusions et les ramènera par des chemins très simples à obtenir dans leurs travaux la précision simplement raisonnable.

L. Potin.

2° Sciences physiques

Lecat (Maurice), *Docteur ès Sciences naturelles, physiques et mathématiques.* — **La tension de vapeur des mélanges de liquides : l'Azéotropisme.** *1re Partie* : **Donnees expérimentales. Bibliographie.** — *Un vol. petit in-8° de XII-319 p. (Prix : 45 fr.). Editeurs : Hoste, S. A., à Gand, et H. Lamertin, à Bruxelles*, 1918.

Les mélanges azéotropiques sont les mélanges de liquides à ébullition isotherme sous pression constante. Cette seule définition montre l'intérêt de cette étude. On connaît, en effet, depuis longtemps de tels mélanges et on sait à quelles erreurs d'interprétation ils ont conduit les chimistes. Mais jusque dans ces derniers temps de tels cas étaient considérés comme rares. Depuis 20 ans leur nombre s'est quelque peu augmenté grâce aux travaux de divers auteurs, mais aucune étude systématique de cette intéressante propriété de l'azéotropisme n'avait été faite. L'ouvrage de M. Lecat représente cette étude systématique et ses essais nous révèlent l'existence d'un nombre considérable de ces mélanges, dont plus de 1.050 sont décrits. On peut imaginer quel travail de laboratoire considérable représente une telle recherche. La discussion des résultats obtenus permet à l'auteur de donner des lois empiriques permettant, d'après le point d'ébullition des constituants et leur structure, de prédire souvent l'azéotropisme, et même dans certains cas de donner la température d'ébullition et la composition du mélange (constantes azéotropiques).

Ce travail démontre chez son auteur un tempérament de bénédictin. La bibliographie est formidable, et ceux qui en ont l'habitude savent combien elle est difficile quand il s'agit, à travers toute la littérature, de rechercher de semblables faits.

Nous éprouvons par suite une certaine satisfaction personnelle à constater que depuis 1910 les travaux de cette sorte sont singulièrement facilités par les Tables de Constantes dont nous avons provoqué la création en 1909 et assuré depuis la publication[1].

Les expériences de laboratoire faites sur d'innombrables mélanges ont permis de constater en passant des faits intéressants au point de vue Chimie pure, de telle manière que les chimistes peuvent trouver dans ce volume des indications utiles et des idées pour des recherches à poursuivre.

La première partie de l'ouvrage, sous le titre « Considérations élémentaires sur la Tension de Vapeur des Mélanges liquides et sur l'Azéotropisme », constitue un exposé général de la question. La seconde partie donne les propriétés des mélanges étudiés. Un autre volume en préparation donnera la théorie analytique du phénomène.

L'ouvrage contient, en outre, quelques pages de polémique sans intérêt pour le lecteur et d'autres purement philosophiques qui témoignent une sympathique originalité chez l'auteur.

Son prix relativement élevé se justifie par l'augmentation actuelle des travaux d'impression et par la condensation du texte imprimé en très petits caractères avec le maximum possible d'abréviations.

C. Marie,
Dr ès Sciences.

1. Interrompue par la guerre, la publication est actuellement reprise et le Comité des Tables espère publier fin 1920 les résultats numériques parus en 1913, 1914, 1915 et 1916.

Jauréguy (Pierre), **Froment** (H.-B.) et **Stephen** (R.-E.). — **L'industrie allemande et la guerre.** — *1 vol. in-8° de 160 p. (Prix : 7 fr. 20). Dunod et Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

La lecture de cet intéressant ouvrage montre la méthode et l'esprit scientifique dont firent preuve les Allemands au cours de la guerre pour vaincre les difficultés de toute nature qu'ils eurent à surmonter. L'impression qui ressort de cette étude, c'est le rôle prépondérant joué par la Chimie dans ces circonstances : que ce soit dans le domaine de la métallurgie, dans le domaine des produits chimiques, dans le domaine alimentaire, partout le blocus exercé par les Alliés a causé des difficultés énormes à nos ennemis; mais presque partout, il faut le dire grâce à leur science et à leur persévérance, les Allemands sont arrivés, sinon à éliminer ces difficultés, tout au moins à les atténuer dans de très grandes proportions. Fait à noter, les questions théoriques qui sont à la base des procédés nés par suite du blocus ne sont pas neuves. La plupart sont familières aux spécialistes et ont déjà fait l'objet de travaux très étendus. Ce qui est nouveau, c'est le parti qui a été tiré de recherches en apparence purement théoriques, c'est la méthode qui a été employée pour faire passer du laboratoire de Physiologie ou de Chimie dans la ferme ou dans l'usine, en vue de leur utilisation immédiate, des procédés qui ne paraissaient présenter qu'un intérêt purement scientifique.

De tous ces nouveaux procédés, dont certains ont pris un développement énorme, quels sont ceux qui se maintiendront une fois que la levée du blocus permettra aux Allemands de travailler dans des conditions complètement différentes ? Il est assez difficile de le dire, car beaucoup de circonstances secondaires entreront en ligne de compte, telles que droits de douane, régime intérieur fiscal, etc. Toutefois, il est vraisemblable que certains procédés de fabrication synthétique des produits azotés (ammoniaque, acide nitrique) survivront.

Du côté combustibles, l'Allemagne, si riche en charbon, n'a pas hésité à étudier la question de l'utilisation du lignite et a obtenu des résultats remarquables. La solution adoptée consiste dans la gazéification de ce combustible sur le lieu d'extraction en vue d'obtenir la force motrice à un prix raisonnable. A signaler qu'en France, pays riche en lignite et pauvre, hélas! en houille, il n'existe encore, à notre connaissance, aucune installation de ce genre.

Ces résultats, les Allemands les doivent uniquement au développement du mouvement scientifique chez eux, à leur armée de techniciens devant lesquels faisaient piètre figure les chimistes français relégués systématiquement dans des positions subalternes, dans les poudreries en particulier.

Les Allemands se sont tellement bien rendu compte de l'influence exercée par leurs techniciens au cours de la guerre qu'ils ont créé l' « Association des bourses de Liebig », destinée à fournir aux jeunes étudiants le moyen de pousser leurs études, tout en restant préparateurs de professeurs, situation insuffisamment rétribuée par les seules facultés. Cette association a réuni en peu de temps près de 1.500.000 marks.

Les auteurs terminent leur ouvrage par la phrase : « Wissenschaft über alles. La science par-dessus tout. Tel est le mot d'ordre de l'industrie allemande. » Nous serions heureux si la lecture de ce livre avait pour résultat d'en faire le mot d'ordre de l'industrie française.

M. Desmarets.

3° Sciences naturelles

Combes (Raoul). — **Recherches biochimiques expérimentales sur le rôle physiologique des glucosides chez les végétaux. I. Etude préliminaire.** [Extrait de la *Revue générale de Botanique*, tomes XXIX et XXX]. — *1 vol. in-8° de 214 p. avec 11 fig. et 7 pl. Imprimerie nemourienne, Nemours*, 1918.

Dans cet important travail, l'auteur expose les

recherches qu'il a effectuées depuis 1909 sur ce sujet délicat de physiologie végétale.

Les expériences de M. R. Combes ont eu pour résultat la mise en évidence d'un certain nombre de faits relatifs à l'action des glucosides sur les végétaux et à leur absorption par les plantes : essayons de résumer et de mettre en relief les principales conclusions de cette consciencieuse étude.

Après une centaine de pages d'historique, l'auteur, ayant indiqué avec précision les détails minutieux de la technique de ses expériences et décrit les appareils qu'il a dû faire construire de toutes pièces, expose enfin dans les soixante dernières pages de son mémoire ses recherches personnelles — et elles sont des plus intéressantes.

« Il ne faut pas voir simplement dans un glucoside déterminé soit une substance de réserve, soit un déchet de l'activité cellulaire; la question est moins simple », et l'auteur a bien soin de faire observer qu'en commençant ses expériences il s'est dégagé de toute idée préconçue; il a seulement « voulu essayer de constater ce que deviennent les glucosides dans l'organisme végétal dans des conditions et à des périodes du développement déterminées ».

C'est sur l'étude du rôle des saponines que portèrent les premières recherches de M. Combes et le résultat le plus nettement observé fut l'action indiscutablement toxique de l'Agrostemma-saponine (extraite d'*Agrostemma Githago*) pour les racines des plantes appartenant à des espèces différentes de celle qui produit ce glucoside; par contre, l'*Agrostemma Githago* ne souffre pas de la présence de l'Agrostemma-saponine dans le liquide de culture (milieu de Knop), mais on constate par le dosage que cette saponine n'a pas été absorbée par les racines; elle est laissée dans la solution, qui s'enrichit en glucoside.

Dans une autre série de recherches, l'auteur étudie le rôle de l'amygdaline sur quelques plantes :

Mise à la disposition des racines du radis, et en l'absence d'autres sources d'azote, l'amygdaline exerce sur cette plante une action toxique. De même, il n'a pas été possible de considérer ce glucoside comme un aliment carboné, parce que l'amygdaline, ajoutée au milieu de culture en même temps que les diverses substances minérales nécessaires au développement de cette plante, exerce sur elle une action toxique.

Dans une série de cultures comparatives en milieu nutritif avec ou sans amygdaline, M. Combes opéra ensuite sur deux plantes qui normalement contiennent, au moins dans leur graine, un glucoside voisin de l'amygdaline : *Vicia macrocarpa* et *Vicia sativa ;* les résultats furent les mêmes qu'avec le *Raphanus sativus :* l'amygdaline se comporte à leur égard comme une substance nocive.

« Les expériences relatives à l'absorption des glucosides montrent, au moins pour ce qui concerne les corps étudiés et les espèces végétales sur lesquelles ont porté les expériences, que l'on ne peut faire pénétrer ces substances à l'intérieur des tissus en les plaçant sous forme de solution au contact des racines. Les résultats obtenus ne peuvent en rien faire préjuger du rôle que jouent les glucosides étudiés lorsqu'ils se trouvent à l'intérieur des tissus...; les techniques employées n'ayant pas permis de faire pénétrer les glucosides dans les tissus des espèces étudiées, l'évolution des glucosides à l'intérieur de l'organisme végétal n'a pu être abordée », et l'auteur, considérant son étude comme préliminaire, se propose de rechercher par des expériences ultérieures la solution du problème posé. Les physiologistes suivront avec intérêt les savantes recherches de M. Raoul Combes.

M. Rigotard,
Ingénieur agronome.

4° Sciences médicales

Dumas (Georges), *Professeur de Psychologie expérimentale à la Sorbonne.* — **Troubles mentaux et troubles nerveux de guerre.** — *1 vol. in-16 de 227 p. de la* Nouvelle collection scientifique (*Prix : 4 fr. 60*). *Librairie Félix Alcan, Paris*, 1919.

Cet ouvrage contient un exposé systématique des troubles nerveux et mentaux que l'auteur eut l'occasion d'observer d'abord comme médecin chef d'un centre, puis comme chargé de mission neuropsychiatrique auprès d'une armée.

Le nombre des affections mentales ou nerveuses produites directement ou indirectement par la guerre paraît être, d'après les statistiques de l'auteur, assez faible; d'autre part, et bien qu'on ait adopté les termes de délire, psychoses, ou névroses « de guerre », il ne paraît pas y avoir eu véritablement création de types nouveaux, non encore observés, de troubles mentaux. — Un premier chapitre est consacré aux troubles dits « de coloration » : de nombreux cas sont décrits, très vivants, où la guerre a fourni des thèmes à des délires préexistants (paralytiques généraux, psychoses raisonnantes hallucinatoires ou non, alcooliques, déments précoces, aliénés inventeurs...). — Puis sont décrits les troubles confusionnels provoqués par les émotions et les commotions dues aux bombardements; de nombreux exemples en sont cités et leur pathogénie est discutée; l'auteur recherche quelle part revient à la commotion physique organique et au choc émotif dans la production de ces divers troubles; il indique que le délire des purs émotionnés est en général plus dramatique et plus riche que celui des purs commotionnés. — Plusieurs chapitres sont consacrés à la description des troubles nerveux (surdité, mutisme, cécité, tremblements, tics, etc.). que provoquent les émotions et les commotions, ainsi qu'aux interprétations organique, toxique, émotionnelle ou pithiatique qui en peuvent être données, et aux différents procédés de thérapeutique mentale qui se sont montrés efficaces. En fin d'ouvrage se trouve un résumé succinct de l'histoire des centres neuropsychiatriques, et de leur activité pendant la guerre.

Ce livre, qui, selon la volonté de l'auteur, n'est pas une étude complète des nombreux travaux sur le sujet, mais un exposé des faits que l'auteur a observés, sera un élément des plus précieux pour des publications synthétiques d'ensemble ultérieures.

H. L.

Frick (P.), *Ingénieur des Constructions civiles du Ministère de l'Agriculture.* — **Considérations sur l'établissement des projets de distribution d'eau potable dans les communes.** — *1 vol. in-8° de 118 p. avec 40 fig.* (*Prix : 7 fr. 20*). *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

Au moment où, après la paix, de nombreux projets de distribution d'eau potable vont être établis pour les régions libérées, il était indispensable que les auteurs trouvent un guide pratique leur permettant de dresser leurs projets rapidement et d'éviter certaines erreurs que la longue pratique apprend à connaître. Le livre de M. Frick répond à ces desiderata et doit être dans la bibliothèque de tous ceux qui s'occupent d'établissement de projets de distribution d'eau potable pour les communes. Peut-être pourrait-on faire remarquer que, pour certains dispositifs nouveaux, l'auteur n'est pas assez circonspect et qu'il ne mentionne que leurs avantages sans citer leurs inconvénients, mais cette légère critique n'enlève rien à l'intérêt que présente cette publication pour les spécialistes et même pour les municipalités.

Un livre traitant des considérations sur l'établissement des projets d'égouts et d'épuration des eaux usées dans les communes compléterait utilement celui de M. Frick et éviterait des retards dans l'assainissement des communes françaises qui en ont un besoin impérieux.

F. Dienert,
Chef du Service de Surveillance des Eaux d'Alimentation de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Mai 1919

M. **Ed. Goursat** est élu membre de la Section de Géométrie, en remplacement de M. Em. Picard, élu secrétaire perpétuel.

1° Sciences physiques. — M. **H. Muraour** : *Sur la détermination des températures atteintes dans les réactions explosives.* Les expériences exécutées dans la bombe à érosion, avec détente brusque des gaz, montrent d'une façon indiscutable que la plus grande partie, sinon la totalité du méthane contenu dans les produits de la combustion des poudres se forme pendant la période de refroidissement. Dans le calcul des températures d'explosion, les résultats les plus exacts seront donc obtenus en rétrogradant la totalité du méthane en $CO + H^2$. — M. **M.-P. Robert** : *Sur une nouvelle colonne à distiller pour laboratoire et sur la mesure de son efficacité.* S'inspirant des appareils industriels de distillation fractionnée, dont l'efficacité est supérieure à celle des appareils de laboratoire, l'auteur a réalisé dans une colonne en verre ordinaire des dispositifs analogues à ceux qu'on emploie dans l'industrie : 1° en isolant thermiquement la colonne proprement dite par un manchon vide d'air; 2° en la surmontant d'un rétrogradateur qui alimente la colonne en liquide par condensation partielle des vapeurs. Le coefficient d'efficacité de cette colonne est de 0,94 au lieu de 0,73 pour la colonne type Vigreux. — M. **G. Claude** : *Sur une conséquence importante de la synthèse industrielle de l'ammoniaque.* En temps de paix le but essentiel de la fixation de l'azote sera la fabrication des engrais. Or il y aura grand intérêt à fixer l'azote sous forme d'ammoniaque, car, en utilisant, au lieu d'acide sulfurique coûteux, le chlore du sel marin perdu dans l'industrie de la soude, on pourrait fabriquer avec l'ammoniaque synthétique un engrais, le chlorhydrate d'ammoniaque, moins coûteux et moins lourd, à poids d'azote égal, que le sulfate d'ammonium. — MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel** : *Synthèse biochimique du cellobiose à l'aide de l'émulsine.* Les auteurs, en faisant réagir l'émulsine sur une solution de glucose, puis, après séparation du gentiobiose, amorçant la cristallisation avec quelques parcelles de cellobiose, ont obtenu une certaine quantité de ce sucre, qui a été identifié par ses diverses propriétés. La cellobiase qui se trouve dans l'émulsine exerce donc son action synthétisante sur le glucose au même degré que la gentiobiase ou la glucosidase β.

2° Sciences naturelles. — M. **Dalloni** : *Le terrain houiller sur le littoral de la province d'Oran.* L'auteur a étudié la formation du Djebel Khar, au N.-E. d'Oran, renfermant des couches de combustible constitué par un anthracite typique, mais réduites par le plissement et l'écrasement en une série d'amas interstratifiés dans des schistes; le laminage est souvent si intense que le schiste peut être intimement mélangé à la matière charbonneuse, dont la qualité est par suite très irrégulière. Il s'agit d'une véritable houille métamorphique, tout à fait analogue aux anthracites des gisements houillers des Alpes. — MM. **A. Gautier** et **P. Clausmann** : *Influence des fluorures sur la végétation. A. Essais préliminaires en vases de jardin.* Sur 12 espèces cultivées dans des conditions toutes semblables, mais avec addition ou non de fluorures, 7 ont été favorisées par le fluor (cresson, chou, escholtzia, épinard, vipérine, spergule, chanvre), 3 sont restées indifférentes (belle-de-jour, oignon, seigle), 3 ont donné des récoltes inférieures (pois de senteur, pois chiches, centaurée). — M. **H. Coupin** : *Sur le lieu d'absorption de l'eau par la racine.* Les expériences de l'auteur sont unanimes à montrer que la racine plongée intégralement dans l'eau ne s'accroît pas plus vite que celle qui n'y plonge que par son sommet seulement. La racine absorbe donc l'eau uniquement par son sommet et nullement par les poils radicaux. Ceux-ci semblent n'avoir pour fonctions que de protéger la racine contre une évaporation trop rapide et de donner un point d'appui au sommet de la racine pour lui permettre de s'enfoncer dans le sol. — M. **G. Lusk** : *Calorimétrie comparée de l'ingestion de viande, d'acide lactique et d'alanine chez l'animal.* Les mesures calorimétriques de l'auteur montrent que l'acide lactique est aussi efficace comme stimulant du métabolisme animal que l'alanine dont il peut provenir dans l'organisme. La conclusion est donc justifiée que l'un des excitateurs essentiels consécutifs à l'ingestion de viande est l'acide lactique qui en dérive par transformation dans l'organisme. — M. **A. L. Herrera** : *Sur les pseudo-organismes de fluorosilicates de calcium.* Diverses considérations ayant amené l'auteur à essayer les fluorures et fluoro-silicates pour imiter les microorganismes, il est arrivé par ce moyen à obtenir des pseudo-amibes et plusieurs autres formes en voie de division et de croissance, présentant un grand nombre d'analogies de structure, de coloration, de division, etc. avec les êtres naturels.

Séance du 26 Mai 1919

1° Sciences physiques. — M. **F. Vlès** : *Remarques sur la constitution des spectres d'absorption.* L'auteur a mis en évidence de véritables séries dans les spectres d'absorption de corps en solution appartenant à des familles très diverses : permanganate de potasse, hémoglobines, chlorophylles, chlorure de néodyme, etc. Ces relations sériales sont à rapprocher, non du type Balmer ou de ses dérivés usuels dans les spectres de raies, mais plutôt du type Deslandres relatif à la répartition des « têtes » dans les spectres de bandes. — M. **A. Colson** : *Réduction de la cryoscopie aux lois générales de la solubilité.* L'auteur, reprenant la formule initiale qu'il a tirée de la Thermodynamique sans faire aucune hypothèse sur l'état dissous : $425L = T(V+\varepsilon)(dp/dT)$, en déduit la loi des phénomènes cryoscopiques de Raoult, applicable aux solutions étendues. — M. **Alb. Noyes** : *Force contre-électromotrice de polarisation dans l'acide sulfurique.* La force contre-électromotrice d'une solution d'acide sulfurique diminue d'abord avec la température, sensiblement proportionnellement à l'inverse de la température absolue. Au delà, de 60° à 120°, plus rapidement; enfin, au delà de cette température, elle ne varie presque plus. Ce changement peut être attribué à une différence dans le mode d'ionisation, qui se fait d'abord en H^+ et HSO^{4-}, et ensuite en $2H^+$ et SO^{4-}. — M. **G. Langlois** : *Sur une nouvelle synthèse de la benzylidène-acétone.* Lorsqu'on fait réagir le chlorure d'acétyle sur le cinnamène en présence de $SnCl^4$, on obtient le chlorhydrate de benzylidène-acétone libre qui, traité par la diéthylaniline, fournit la benzylidène-acétone libre. — MM. **J. Guyot** et **L.-J. Simon** : *Action de la chaleur sur les méthylsulfates alcalins et alcalino-terreux.* Les méthylsulfates alcalins se décomposent par la chaleur en oxyde de méthyle et pyrosulfates. Les méthylsulfates alcalino-terreux, chauffés à une température inférieure, se décomposent en sulfate diméthylique et sulfates alcalino-terreux. Le sel de lithium se comporte comme les sels alcalino-terreux.

2° Sciences naturelles. — M. **H. Douvillé** : *A propos d'un mémoire de M. J. de Lapparent sur les brèches des environs d'Hendaye.* Dans l'intervalle des grands mouvements de plissements et de charriages qui ont

donné naissance aux chaînes de montagne, on sait que venaient s'intercaler des mouvements plus lents d'affaissement ou de soulèvement : ce sont les mouvements épirogéniques. Les travaux de M. J. de Lapparent montrent qu'ils étaient accompagnés de tremblements de terre importants et répétés, ayant donné naissance à des raz de marée. Les brèches sont les résultats de ces soubresauts de l'écorce terrestre pendant les mouvements épirogéniques. — MM. **P. Termier** et **G. Friedel** : *Les débris de nappe, ou klippes, de la plaine d'Alais; lambeaux de calcaire urgonien mylonitique posés sur l'Oligocène.* Les auteurs ont constaté qu'aucun des blocs, petits ou grands, de calcaire urgonien de la plaine d'Alais n'est constitué par de l'Urgonien massif, homogène et sain, mais que tous sont entièrement formés d'une mylonite urgonienne, composée de débris de ce niveau cimentés par un peu d'argile rouge et par de la calcite secondaire. Ces blocs sont donc les témoins d'une nappe charriée qui a recouvert l'Oligocène et que l'érosion a presque totalement détruite. Ils sont assimilables aux *klippes* des Alpes suisses et des Carpathes. — M. **P. Pelseneer** : *L'hybridation chez les Mollusques.* Chez les Mollusques, il ne se produit pas de véritables hybrides, même bispécifiques. Même pour des formes excessivement voisines et encore incomplètement dissociées, comme *Helix hortensis* et *H. nemoralis*, on obtient d'habitude de faux hybrides, de caractère maternel; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on y observe quelques hybrides paraissant véritables, comme Lang croit en avoir rencontré. — MM. **C. Vaney** et **A. Allemand-Martin** : *Action de* l'Hippospongia equina *des côtes de Tunisie sur les Posidonies. L'Hippospongia equina* des côtes de Tunisie vit très souvent fixée sur des Posidonies qu'elle recouvre partiellement et dont le panache de feuilles perd sa couleur primitive pour prendre une teinte blanchâtre. Les auteurs ont constaté que chaque feuille subit à sa base une désorganisation plus ou moins profonde. Les fragments foliaires sont englobés dans le corps de l'éponge et digérés à la longue. Les portions libres des feuilles ainsi attaquées perdent leur relation avec le rhizome et deviennent blanchâtres. — M. **H. Coutière** : *Sur la morphologie du membre des Crustacés.* Le membre théorique des Crustacés paraît à l'auteur pouvoir comporter au maximum 10 articles : 1° précoxa ou pleuropodite, avec un ou plusieurs proépipodites, le plus souvent épisternal; 2° coxa avec un ou plusieurs épipodites fonctionnant comme branchies, oostégites, sténobranchies, etc.; 3° probasis, et 4° métabasis, portant ou non un exopodite; 5° ischion; 6° mérus; 7° carpe, et 8° propode, portant ensemble, à l'occasion, un scopule; 9° dactyle, et 10° stylopodite, souvent confondus en une griffe terminale, mais fréquemment distincts. Cette structure est valable avec le minimum d'hypothèses pour tous les Crustacés et s'applique à tous les Arthropodes. — M. **C. Gessard** : *Variété achromogène de bacille pyocyanique.* L'auteur, en cultivant en eau peptonée un germe pyocyanique du type normal A (donnant de la pyocyanine et une fluorescence verte en bouillon), a obtenu une culture incolore. Il s'agit ici d'une nouvelle variété, achromogène.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Mai 1919

MM. **Bérard** (de Lyon), **Crivelli** (de Melbourne), **Fabre** (de Lyon), **Sencert** (de Strasbourg) et **Vanverts** (de Lille) sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Chirurgie.

M. **A. Robin** : *L'hydratation, le résidu soluble et le résidu insoluble dans le cancer du foie. Une nouvelle conception sur la genèse du cancer.* Le tissu du foie cancéreux renferme une quantité d'eau supérieure à celle du foie normal. Cette hydratation atteint son maximum dans les régions les plus cancérisées (14 % en plus); elle n'est pas caractéristique de la cancérisation, puisqu'on l'observe aussi dans le foie des phtisiques et dans les poumons tuberculisés. Mais ce qui différencie ces deux affections, c'est que, dans les formes aiguës de la phtisie, l'hydratation des régions les moins atteintes du poumon s'abaisse sensiblement au-dessous de la normale, pendant qu'elle est supérieure à celle du foie normal dans les régions relativement saines du foie cancérisé. L'hydratation est un phénomène commun à tous les tissus à croissance rapide. L'hydratation du tissu cancéreux entraîne dans le résidu total une diminution qui porte sur les matières organiques et inorganiques et qui est accentuée dans les régions très atteintes, à l'inverse de ce qui se passe dans le poumon tuberculeux. Les régions relativement saines du foie cancéreux fournissent à l'analyse plus d'extraits solubles dans l'éther, l'eau bouillante et l'alcool à chaud que les régions très cancérisées. Le processus cancérisant pourrait être l'œuvre d'un ferment, d'abord dissociateur des protéiques de l'organe où va naître le cancer, et qui, par une action réversive, intégrerait dans quelques cellules de cet organe les amino-acides de croissance dissociés, imprimant ainsi à ces cellules un développement rapide et une multiplication anarchique. — M. **M. Renaud** : *Provocation de la crise salutaire dans les formes graves de la grippe.* Dans tous les cas graves, l'auteur a fait d'abord une injection intra-veineuse de 1/4 de mgr. d'adrénaline, puis 20 minutes après une injection de 20 à 40 cm³ du sérum antipneumococcique de l'Institut Pasteur. Il se déclanche une crise brutale, mais de courte durée, qui aboutit rapidement à la défervescence et à la guérison. L'auteur a appliqué ce traitement à 120 grippés, dont 70 étaient atteints de formes pulmonaires graves et dont 5 ou 6 au moins auraient dû mourir. Il n'a pas perdu un seul malade. — M. le Dr **Ferrier** : *Les empreintes digitales et la signature des aveugles.* Il est très difficile aux aveugles par accident de conserver l'usage de l'écriture et la faculté de signer; cela est presque impossible aux aveugles nés. L'auteur propose de remplacer la signature, dans tous les actes où elle est nécessaire, par l'apposition de l'empreinte digitale, qui offre une preuve d'identité absolue.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 Mai 1919

MM. **Monziols** et **Castel** : *De l'emploi d'une huile quinisée, lipoïdée, camphrée comme méthode thérapeutique du paludisme grave.* Cette huile, qui contient 5 cgr. de quinine, 10 cgr. de camphre et 5 cgr. de lipoïdes, a servi de moyen thérapeutique dans trois cas d'accès pernicieux. L'injection de 2 cm³ est absolument inoffensive. Elle a été suffisante pour enrayer la marche foudroyante de l'affection, pour faire cesser le coma et pour permettre d'instituer un traitement quinique intensif. — M. **E. G. Debaut** : *Variations chez les Suidés.* Par l'ensemble des particularités de sa tête osseuse, par ses caractères extérieurs, le cochon corse est intermédiaire entre les Sangliers et les formes domestiques porcines plus modifiées. — M. **Ed. Retterer** : *Structure de la dentine ou ivoire.* La masse calcifiée et les espaces non calcifiés de la dentine sont formés d'une trame réticulée dont les mailles sont remplies d'hyaloplasma. Au centre des espaces non calcifiés passe la fibre de Tomes qui émet sur tout son trajet des ramuscules latéraux. L'image qu'on obtient par des colorations appropriées est la reproduction de celle que donne la dentine macérée. — M. **B. G. Duhamel** : *Réaction biologique du soufre colloïdal.* Le soufre colloïdal obtenu par la méthode chimique, présentant une coloration jaune, introduit par la voie intraveineuse, est toxique (formation de H^2S) Certaines variétés de soufre colloïdal en solution d'un blanc laiteux ont une toxicité moindre, en rapport avec un moindre degré de dispersion du métalloïde.

Séance du 24 Mai 1919

M. **M. Doyon** : *Antithrombine des organes.* Tous les organes soumis soit à l'autodigestion, soit à la dialyse chloroformique, soit à la chaleur, produisent un

nucléoprotéide à pouvoir anticoagulant; si l'on injecte de la peptone chez le chien, dont la circulation est réduite à la moitié sus-diaphragmatique, le sang coagule, mais le caillot se dissout bientôt après. — M. **V. Wallich** : *Rut et menstruation.* Toutes les femelles des mammifères présentent des congestions génitales hémorragiques, d'une façon intermittente. La périodicité de ces phénomènes congestifs se montre presque mensuellement, par des manifestations anatomiques dans la muqueuse utérine. Ces modifications anatomiques du rut et de la menstruation sont : les unes, prémenstruelles ou de prénidation; les autres constituent la nidation de l'œuf ou la grossesse. — M. **N. Fiessinger** : *Peroxydases leucocytaires : indice peroxydasique hématimétrique.* Après avoir montré l'imperfection des méthodes d'évaluation du dynamisme leucocytaire, l'auteur propose une technique de numération hématimétrique des leucocytes peroxydants. Normalement, le nombre de ces leucocytes peroxydants oscille entre 3.500 et 4.000 par millimètre cube. L'auteur publiera prochainement les résultats fournis par cette méthode en clinique. — M. **H. Bierry** : *Ration d'entretien. Rôle fonctionnel des hydrates de carbone.* Les hydrates de carbone ont un rôle fonctionnel certain, et la ration d'entretien doit renfermer une certaine quantité de ces substances. Il y a un minimum de sucre, ou plutôt des minima de sucre, suivant la structure chimique et la fonction de l'hydrate de carbone considéré et la constitution moléculaire des autres aliments qui entrent dans la composition de la ration. — M. **A. Tupa** : *Cytologie du liquide céphalo-rachidien dans le typhus exanthématique.* Le liquide céphalo-rachidien, chez les exanthématiques, présente d'une façon à peu près constante une réaction cellulaire caractérisée par une polynucléose initiale, suivie pendant la période d'état d'une mononucléose où prédominent les éléments de Türk, et se terminant par une lymphocytose qui se prolonge longtemps après la convalescence. On peut considérer cette réaction comme pathognomonique. — **M. J. Dumas** : *Réactions des vibrions cholériques dans les milieux glycogénés tournesolés.* Le groupe vibrion cholérique et le pseudo-cholérique déterminent dans les milieux liquides une hydrolyse du glycogène en le transformant en maltose et en glycose, puis en acide lactique. Les autres microbes d'origine intestinale et les bacilles pathogènes (sauf le charbon qui acidifie le milieu) sont sans action sur le glycogène. La constance de cette réaction permet d'en faire un caractère du vibrion cholérique. — M. **A.-Ch. Hollande** : *Substances albuminoïdes précipitées par le sulfate d'ammoniaque et réactions biochimiques.* En saturant par le sulfate d'ammoniaque chimiquement pur un liquide naturel donné renfermant des substances albuminoïdes, on obtient un précipité qui se redissout dans l'eau chlorurée à 9 grammes pour 1.000 cm³. On peut extraire ainsi les substances albuminoïdes des milieux naturels toxiques. Les albumines traitées par le sulfate d'ammoniaque conservent leurs caractères biochimiques; elles peuvent être utilisées comme antigènes dans la préparation des anti-sérums et fournissent la réaction des précipitines. — M. **G. Marinesco** : *Recherches sur la température des muscles du squelette dans certains états pathologiques du système nerveux.* La température du muscle varie dans les différentes lésions du système central. Les blessures des nerfs périphériques sont suivies d'une hyperthermie des muscles lorsque la contraction lente a fait son apparition, et cette lenteur s'atténue en réchauffant les muscles. Pendant la phase de régénérescence, la température s'élève; les muscles qui présentent la réaction hypotonique dans la maladie de Thomsen offrent de l'hypothermie, notée également dans la maladie de Vorckmann.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 20 Mars 1919

Sciences physiques. — M. **Ch. Chree** : *Les orages magnétiques des 7-8 mars et 15-16 août 1918 et leur discussion.* Ces orages sont du même type général que celui qui s'est produit le 16-17 décembre 1917; mais, à l'inverse de ce dernier, tous deux présentent un « commencement brusque ». Les mouvements constituant ce commencement brusque dans l'orage du 15-16 août sont extraordinairement accusés et leur caractère oscillatoire est très prononcé sur les courbes provenant des observatoires d'Agincourt (Toronto) et d'Eskdalemuir. — M. **L. C. Martin** : *La transparence de la biotite aux radiations infra-rouges.* L'auteur décrit une variation thermique réversible curieuse dans la transmission infrarouge de la biotite. Son effet général est de diminuer de moitié la transmission pour une élévation de température d'environ 200° C.

Séance du 27 Mars 1919

Sciences naturelles. — M. **H. L. Howkins** : *La morphologie et l'évolution de l'ambulacre des Echinoïdes.* Le *Bothriocidaris* présente le type de structure de l'ambulacre le plus simple, et le plus efficace pour la résistance coronale. Lorsque le podia augmente, les plaques ambulacrales se multiplient et les surfaces deviennent mécaniquement faibles. La fonction podiale principale chez les Echinoïdes réguliers étant adhésive, la faiblesse coronale exige une modification. Chez la plupart des types paléozoïques, la flexibilité générale a neutralisé la faiblesse locale; mais, avec l'adoption de la rigidité, le problème a reparu. Alors se sont formées des « plaques composées ». Le « groupement » a précédé la « combinaison », dont il reste distinct. La réduction des plaques est due à la « pression de croissance », la combinaison à la poussée des tubercules. L'élaboration de la combinaison culmine chez les Echinométridées. Chez les Echinoïdes irréguliers, il n'y a aucune combinaison, mais le groupement se présente souvent.

Séance du 3 Avril 1919

Sciences physiques. — MM. **T. R. Merton** et **J. W. Nicholson** : *Note sur le décrément de l'intensité dans la série de Balmer.* Les auteurs ont observé 12 membres de la série de Balmer de l'hydrogène dans des tubes à vide contenant une trace d'H dans l'hélium à la pression de 41 mm. de mercure. Par contraste avec l'apparence diffuse des derniers de ces membres dans H pur, ils se présentent dans ce cas sous forme de lignes accusées, quoique fines. Une comparaison quantitative de la distribution de l'intensité dans ces tubes contenant H pur, de la vapeur d'eau, et un mélange d'H et He à basse pression montre que la visibilité des membres supérieurs de la série dans les tubes à haute pression est probablement due au fait que l'énergie, dans ces conditions, est concentrée entre d'étroites limites de longueurs d'onde, au lieu d'être distribuée sur une ligne élargie. Les résultats d'observation semblent incompatibles avec la théorie de quantum du spectre de l'hydrogène développée par Bohr. — MM. **W. Rosenhain** et **S. L. Archbutt** : *La fracture intercristalline des métaux sous l'application prolongée d'un effort.* Les auteurs ont constaté que, chez certains métaux : plomb, acier doux, alliage Al-Zn-Cu, l'application prolongée d'un effort produit dans certains cas un type anormal de fracture où les cristaux se séparent les uns des autres, au lieu de se briser ou de se déformer à la manière normale. Une fracture semblable s'observe dans les « craquelures par vieillissement » du laiton; dans ce dernier cas, l'effort appliqué est un effort interne provenant d'une déformation élastique. Les auteurs expliquent ce genre de fracture en se basant sur une hypothèse qu'ils ont émise antérieurement et qui est acceptée par la majorité des métallurgistes : c'est que les cristaux constituant les métaux sont maintenus ensemble par des couches minces d'un ciment intercristallin amorphe, dont les propriétés ressemblent à celles d'un liquide fortement surfondu. Quand on applique des efforts à un tel agrégrat, les pellicules liquides surfondues se comportent d'abord comme un matériel très fort et très dur (ressemblant au

verre), et quand la fracture se produit, elle s'opère par la rupture des cristaux eux-mêmes et non par la séparation d'un cristal de l'autre. Mais, sous l'action prolongée de l'effort, le ciment visqueux cède lentement, quand les circonstances sont favorables, et les cristaux se détachent l'un de l'autre. Le cas de rupture intercristalline se présente généralement quand le métal a subi un recuit trop élevé.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Section de Londres

Séance du 6 Janvier 1919

MM. P. E. Spielmann et **H. Wood** : *Détermination des composés cyanogénés dans les liqueurs ammoniacales concentrées.* Les méthodes de Linder et d'autres pour l'examen des liqueurs brutes des usines à gaz ne sont pas appropriées à la recherche des cyanures dans les liqueurs ammoniacales concentrées. Les principales impuretés étant le thiocyanate, le cyanure et le ferrocyanure d'ammonium, les auteurs convertissent le cyanure et le thiocyanate en ferrocyanure et mesurent l'intensité de la couleur obtenue au moyen du tintomètre de Lovibond par comparaison avec des solutions étalons. On peut appliquer une correction en tenant compte de la quantité de ferrocyanure originellement présente. — **M. F. B. Thole** : *Détermination du benzène et du toluène dans le pétrole.* La méthode la plus simple est de distiller le liquide jusqu'à 150° C. et de fractionner le distillat. On a aussi utilisé les différences entre les indices de réfraction du liquide avant et après traitement par SO^2 liquide. Les méthodes chimiques ne sont pas entièrement satisfaisantes : le traitement du pétrole par l'acide sulfurique fumant peut aussi attaquer des composés non aromatiques et l'action des mélanges de nitration donne des résultats trop élevés. Le procédé de l'auteur consiste essentiellement à séparer les constituants aromatiques par le fractionnement, les deux points les plus importants étant 95° et 122°,5 C., et à déterminer le poids spécifique après absorption par agitation avec de l'acide sulfurique à 98 %. Le pourcentage des hydrocarbures aromatiques se calcule d'après la formule :

$$\frac{\text{p. spécif. initial} - \text{p. sp. final}}{\text{p. sp. des hydroc. aromat.} - \text{p. sp. final}} \times 100$$

Section de Glasgow

Séance du 28 Janvier 1919

M. P. Haller : *Détermination des sulfites et de l'anhydride sulfureux dans les mélanges gazeux.* L'auteur a reconnu que l'addition de glycérine (environ 5 % en volume) aux solutions de sulfites, ou de soude caustique employées pour absorber SO^2, prévient toute perte par oxydation spontanée en sulfate. Le passage de l'air et l'exposition à une haute température n'ont aucun effet en présence de glycérine. L'emploi de celle-ci n'influe pas sur l'exactitude de la détermination du sulfite. Par titration avec l'iodate de K en solutions fortement acidifiées par HCl, les sulfites peuvent être déterminés avec une exactitude suffisante. L'absorption de SO^2 des gaz qui en renferment, au moyen de soude caustique, est complète et s'opère très facilement.

Section de Newcastle

Séance du 12 Février 1919

MM. P. E. Spielmann et **G. C. Petrie** : *Le point de ramollissement de la poix.* Les auteurs montrent la difficulté de caractériser par une valeur numérique une propriété qui n'existe pas et résument les divers essais qui ont déjà été proposés. Leur méthode consiste à prendre un bloc rectangulaire de poix de 3,75 cm. de longueur et de 1,25 cm. de côté de la section carrée, et un morceau de fil de cuivre de calibre 17 terminé par un carré. On chauffe le fil et on enfonce la partie carrée dans le bloc de poix, à 1,25 cm. de l'extrémité et perpendiculairement à sa longueur. Après refroidissement on suspend le morceau de poix porté par le fil dans un récipient plein d'eau, qu'on chauffe à la vitesse de 1° C. par minute. Le point de ramollissement est la température à laquelle le bloc de poix tourne sur son axe de façon à devenir vertical.

Section de Manchester

Séance du 7 Février 1919

M. J. T. Craig : *La détermination volumétrique de l'acide sulfureux.* Le sulfite est dissous dans l'eau, puis on ajoute un excès de solution titrée de H^2O^2. Après refroidissement et addition d'acide sulfurique dilué, on titre l'excès de H^2O^2 par le permanganate N/2. Ce procédé donne des résultats comparables comme exactitude à la méthode à l'iode. — **M. J. T. Craig** : *La détermination de l'alcali dans les liqueurs au permanganate.* L'auteur décrit une méthode pour déterminer l'excès d'alcali aux différents stades de la fabrication du permanganate. La liqueur est traitée par H^2O^2 neutre jusqu'à décoloration. Après chauffage pour décomposer l'excès de peroxyde, on ajoute un léger excès d'acide sulfurique normal pour décomposer le manganite, on filtre, et le filtrat et les lavages sont titrés avec l'alcali normal à ébullition. On obtient ainsi l'alcali total. En déduisant l'alcali équivalent au permanganate présent, on trouve l'alcali présent à l'état d'hydrate et de carbonate. Le carbonate peut être déterminé dans une portion séparée. — **MM. J. A. Crockett** et **R. B. Foster** : *Dispositif pour mesurer de petites quantités d'humidité dans les gaz.* Il est basé sur l'allongement de certaines fibres quand leur teneur en eau augmente. L'extrémité d'une fibre de soie artificielle est attachée à un crochet sur un barreau, et l'autre extrémité à une série de leviers amplificateurs reliés à un index. L'instrument est placé dans une cloche contenant le gaz à essayer ; on déduit le degré d'humidité du déplacement de l'index sur une échelle, dont chaque division correspond à une variation d'euviron 0,05 % dans la teneur en humidité.

Section du Yorkshire

Séance du 10 Février 1919

MM. H. Ingle et **Woodmansey** : *Huile de lin polymérisée ou oxydée.* Les auteurs ont étudié les changements qui se produisent dans le traitement de l'huile de lin par ébullition ou par aération, surtout au point de vue de sa permanence à l'air ou par le vieillissement et de l'action de la chaleur. Les auteurs attribuent une durée plus grande à l'huile polymérisée (bouillie) qu'à l'huile oxydée (par aération à froid) dans les peintures. Ils attirent aussi l'attention sur le fait que les huiles contenant du manganèse sont à la dessiccation plus sujettes à se modifier que les huiles au plomb ; il est donc recommandé pour les peintures permanentes — surtout aux artistes — de choisir un huile bouillie avec siccatif au plomb de préférence à une huile aérée avec siccatif au manganèse.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Novembre 1918

1° Sciences mathématiques. — **M. L. E. J. Brouwer** : *Sur des transformations définies, continues, de surfaces en elles-mêmes.* VI. Justification d'une remarque faite par l'auteur en 1912, que le théorème analytique de Hurwitz s'applique à toutes les transformations périodiques, définies et continues. — MM. Jan de Vries et J. Cardinaal présentent un travail de **M. K. W. Rutgers** : *Dégénérations dans les systèmes linéaires de courbes cubiques planes.* — MM. H. A. Lorentz et J. Cardinaal présentent un travail de **MM. J. A. Schouten** et **D. J. Struik** : *Sur la relation entre la géométrie et la mécanique dans des problèmes statiques.* Considérations se rattachant à la théorie de la relativité. — MM.

W. Kapteyn et Jan de Vries présentent un travail de M. **N. G. W. H. Begeer** : *Sur les corps diviseurs du corps sphérique des racines l^h-ièmes de l'unité et leurs nombres de classes.* III. — MM. J. C. Kapteyn et W. de Sitter présentent un travail de M. **W. J. A. Schouten** : *La répartition des grandeurs absolues entre les étoiles dans la Voie lactée et en dehors.* II. Les mêmes données qui dans le premier travail furent traitées par la méthode de Kapteyn sont traitées maintenant par une méthode proposée et appliquée par Schwarzschild. Les résultats apprennent que très probablement la courbe de fréquence des grandeurs absolues ne varie pas avec la latitude galactique. Ils constituent une pleine confirmation de la loi des intensités lumineuses exprimée par Kapteyn en 1901.

2° Sciences physiques. — MM. J. D. van der Waals et H. A. Lorentz présentent un travail de M. **J. D. van der Waals Jr.** : *Sur la théorie du frottement des liquides.* — MM. Kamerlingh Onnes et J. P. Kuenen présentent un travail de M. **J. E. Verschaffelt** : *Sur la forme de larges gouttes liquides ou bulles gazeuses et leur emploi dans la mesure de constantes capillaires.* — MM. J. Böeseken et F. M. Jaeger présentent un travail de M. **F. E. C. Scheffer** : *Sur l'existence d'une phase solide dans des systèmes binaires à démixtion.* I. Considérations théoriques. — MM. H. Kamerlingh Onnes et J. P. Kuenen présentent un travail de MM. **L. Hamburger, G. Holst, D. Lely** et **E. Oosterhuis** : *Sur l'influence de diverses substances sur l'absorption de la lumière par de minces couches de tungstène.* Recherches relatives à la décoloration du dépôt de tungstène sur les parois de lampes à filament de ce métal. — MM. H. Haga et H. A. Lorentz présentent un travail de M. **J. Huizinga** : *La conduction unipolaire de détecteurs à cristal.* L'auteur conclut de ses recherches que la conduction unipolaire résulte d'une polarisation électrolytique, donnant lieu à une tension de polarisation qui fait que le courant change d'intensité avec la direction. — MM. J. Böeseken et F. M. Jaeger présentent un travail de M. **L. Hamburger** : *Contribution à la connaissance de l'élimination des gaz restants, en particulier dans la lampe à incandescence à vide.* Ces gaz peuvent être éliminés par combinaison avec le phosphore, sous l'influence de la décharge électrique, ou avec des silicates. — MM. **F. M. Jaeger** et **W. Thomas** : *Recherches sur le principe de Pasteur concernant la relation entre la dissymétrie moléculaire et la dissymétrie cristallographique.* VIII. *La décomposition spontanée de l'oxalate double de potassium et de cobalt, racémique, en ses antipodes optiques.* — MM. P. van Romburgh et Ernst Cohen présentent les trois travaux suivants : M. **H. R. Kruyt** et Mlle **H. G. Adriani** : *Sur les séries irrégulières.* Recherches dont la conclusion est qu'en général les séries irrégulières sont produites par la forte action électrocapillaire des ions qui déchargent. MM. **H. R. Kruyt** et **A. E. van Arkel** : *Sur la relation entre la valeur limite et la concentration dans les sols d'or.* M. **H. R. Kruyt** : *Sur le potentiel critique.* — M. **J. Boeseken**, Mlle **G. W. Tergau** et M. **A. C. Binnendijk** : *Sur l'influence de quelques sels sur la coloration de la cellulose à la benzopurpurine 4B.* — M. **J. Boeseken** et Mlle **W. M. Deerns** : *L'influence mutuelle des conductibilités électriques du tannin de noix de galle et de l'acide borique et ses rapports avec la constitution des tannins.* La conductibilité électrique du tannin de noix de galle est considérablement augmentée par l'addition d'acide borique, beaucoup plus même que celle du gallate de méthyle, ce qui est d'accord avec la constitution du tannin, telle que l'établit E. Fischer.

3° Sciences naturelles. — M. **J. W. van Wijhe** : *L'anatomie de la larve d'Amphioxus lanceolatus et l'explication de son asymétrie.* — MM. H. Zwaardemaker et C. Winkler présentent un travail de M. **Eugène Dubois** : *Comparaison du poids du cerveau, en fonction du poids du corps, entre les deux sexes.* On sait que d'une espèce à une autre homoneure, le poids du cerveau est proportionnel à la puissance 0,56 du poids du corps; dans une même espèce et dans le même sexe, cette puissance est moitié moindre. D'un sexe à l'autre le rapport de proportionnalité est encore déterminé par l'exposant 0,56, comme pour des espèces homoneures différentes. — MM. J. Boeke et J. F. van Bemmelen présentent un travail de M. **A. A. Hueber** : *Le muscle transverse de l'orbite.* — MM. J. Boeke et J. van Bemmelen présentent une note de M. **A. B. Droogleever Fortuyn** : *Sur des nerfs de vertébrés ayant la structure de nerfs d'invertébrés.* — MM. F. A. F. C. Went et G. van Iterson présentent un travail de M. **C. Spruit** : *Sur l'influence d'électrolytes sur la mobilité de Chlamydomonas variabilis Dangeard* (communication préliminaire). Cette influence a beaucoup d'analogie avec l'action des électrolytes sur la floculation et la dissolution de colloïdes. — M. **C. E. A. Wichmann** : *Sur la séparation de phosphates dans les troncs de diati kapour (Tectona grandis L.).* — MM. G. A. F. Molengraaf et C. P. Sluiter présentent un travail de M. **H. A. Brouwer** : *Sur les couvertures coralliennes.* Etude des mouvements orogéniques des îles coralliennes de l'Archipel indien.

Séance du 28 Décembre 1918

1° Sciences mathématiques. — M. **L. E. J. Brouwer** : *Remarque sur le théorème de la translation plane.* — M. **Jan de Vries** : *Involutions quadratiques dans l'espace à rayons.* — MM. W. de Sitter et P. Zeeman présentent un travail de M. **J. Woltjer Jr** : *La longitude du péricentre d'Hypérion et la masse de Titan.*

2° Sciences physiques. — MM. H. A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent un travail de M. **G. Krutkow** : *Contribution à la théorie des invariants adiabatiques* (communication préliminaire). — MM. H. A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent un travail de MM. **G. Holst** et **A. N. Koopmans** : *L'ionisation de l'argon.* Vérification des résultats obtenus par Franck et Hirtz dans leurs études sur la conductibilité des gaz et mesure de la tension d'ionisation de l'argon. — M. P. van Romburgh présente un travail de M. **A. W. K. de Jong** : *Les acides hétérocinnamiques d'Erlenmeyer Jr.*

3° Sciences naturelles. — M. **J. K. A. Wertheim Salomonson** : *Un nouvel ophtalmoscope de démonstration.* — M. **J. K. A. Wertheim Salomonson** et Mme **Ratu Langi-Houtman** : *Tonus et tétanus faradique.* Une augmentation du tonus favorise le fusionnement des secousses musculaires en une courbe tétanique unie. — M. **G. van Rynberk** : *Petites contributions à la physiologie comparée. IV. Sur la locomotion de la limace terrestre Helix aspersa.* — MM. H. Zwaardemaker et C. Winkler présentent un travail de MM. **F. Roels** et **L. Moll** : *Sur l' « index loquelae ».* Détermination du rapport des moyennes distances auxquelles on comprend des phrases et des mots prononcés à voix basse. — M. **C. E. A. Wichmann** : *Sur les volcans de l'île Tidore (Moluques).*

J. E. V.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 23 juin, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre titulaire dans sa Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. Dastre, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. F. Widal; 2° M. A. Chauffard; 3° M. H. Vincent. Au second tour de scrutin, M. Widal a été élu par 33 suffrages contre 25 à M. Vincent.

M. F. Widal est professeur de Clinique médicale à la Faculté de Médecine de Paris et membre de l'Académie de Médecine. Sa découverte capitale est celle du sérodiagnostic, appliqué d'abord à la fièvre typhoïde et généralisé depuis à bien d'autres maladies.

Dans sa séance du 30 juin, l'Académie avait à élire un membre dans la Section d'Astronomie, à la place vacante par le décès de Ch. Wolf. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. H. Andoyer; 2° MM. Em. Belot, F. Boquet, Ch. Nordmann, Alf. Perot et M. Simonin. Au 1er tour de scrutin, M. Andoyer a été élu par 32 suffrages contre 20 à M. Perot et 1 à M. Belot.

Le nouvel académicien est professeur d'Astronomie à la Sorbonne et membre du Bureau des Longitudes. Il est l'auteur de travaux de Mécanique céleste, en particulier sur la théorie des orbites et sur celle de la Lune. Il a, d'autre part, calculé entièrement et publié des tables des logarithmes et des valeurs naturelles des lignes trigonométriques avec 14 à 20 décimales, qui sont d'une valeur inestimable.

Dans sa séance du 16 juin, l'Académie avait eu, d'autre part, à élire un Correspondant pour la Section de Physique générale, en remplacement de M. G. Gouy, élu membre non résidant. Au premier tour de scrutin, M. E. Mathias a été élu par 41 suffrages, contre 5 à M. P. Weiss et 2 à M. H. Bénard.

M. Mathias, qui est professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand et directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, est l'auteur de travaux classiques sur les gaz liquéfiés et la loi des états correspondants et de recherches sur le magnétisme terrestre en France.

§ 2. — Physique

Méthode oscillante pour mesurer les dimensions des particules ultramicroscopiques. — Trois méthodes principales ont été utilisées pour mesurer la grosseur des particules ultramicroscopiques :

La première consiste à mesurer la vitesse de chute sous l'action de la pesanteur. Cette méthode est insuffisante pour les particules dont le diamètre est inférieur à 10^{-4} cm., les courants de convection produisant des vitesses bien supérieures à celle de la chute proprement dite; de plus, la méthode se complique par suite de notre ignorance de la densité réelle des particules.

La seconde méthode repose sur l'emploi de l'équation d'Einstein[1] relative au déplacement d'une particule produit par le mouvement brownien. Ici encore, il faut éliminer l'effet de la convection qui, pour les petites particules, est généralement supérieur au déplacement brownien lui-même. On évalue le déplacement moyen avec une chambre claire, et les temps avec un compteur à secondes. Pour que le résultat obtenu ait une signification, il faut opérer sur un grand nombre de déplacements, ce qui rend la méthode longue et laborieuse. En outre, la particule repérée est assez vite entraînée hors du champ par diffusion et il faut choisir une nouvelle particule. Le déplacement peut être enregistré photographiquement, comme l'a indiqué de Broglie[2]; mais il y a une incertitude relativement au temps, puisque la particule peut venir dans le champ ou en sortir durant la pose.

Dans la troisième méthode, on mesure la vitesse des particules dans un champ électrique. La méthode ne convient évidemment que pour les particules électrisées, mais ceci ne limite pas son application puisque, dans toutes les suspensions étudiées, un certain nombre au moins des particules sont électrisées. La charge de la particule peut être supposée égale à un électron, le

1. A. EINSTEIN : *Ann. der Physik*, 1905, t. XVII, p. 549; 1906, t. XIX, p. 289.
2. M. DE BROGLIE : *Le Radium*, 1909, t. VI, p. 203.

nombre des particules qui portent deux électrons étant négligeable

Toutes les méthodes précédentes reposent sur l'emploi de la loi de Stokes qui exprime la résistance opposée par l'air au mouvement d'une sphère. La loi a été l'objet d'un grand nombre de recherches, et on sait qu'elle devient en défaut, dans l'air, pour les particules de dimensions inférieures à 10^{-4} cm. Ces particules subissent une résistance inférieure à celle que prévoit la loi de Stokes, par suite de la structure discrète du milieu. Cunningham[1] a établi, d'après la théorie cinétique, la formule de correction suivante :

$$v = v_s\left(1 + k\frac{l}{d}\right),$$

où v_s désigne la vitesse fournie par la loi de Stokes, v la vitesse corrigée, d le diamètre de la particule, l le libre parcours moyen du gaz et k une constante. Le libre parcours moyen est inversement proportionnel à la pression. Le tableau I donne les diamètres des particules calculés à partir des vitesses observées : 1° au moyen de la loi de Stokes, 2° par la formule corrigée de Cunningham en utilisant les données de Millikan sur les gouttes d'huile :

Tableau I. — Diamètre des particules

d'après la loi de Stokes	d'après la formule de Cunningham
1.10^{-4} cm	$1,14.10^{-4}$
1.10^{-5}	$2,57.10^{-5}$
1.10^{-6}	$4,5.10^{-6}$
1.10^{-7}	17.10^{-7}

MM. Wells et Gerke[2] ont proposé récemment une technique intéressante, qui est une modification de la troisième méthode. Un dispositif simple permet de mesurer la vitesse d'une particule électrisée dans un champ électrique. En inversant la direction du champ au moyen d'un commutateur tournant, on fait décrire un certain nombre de fois à la particule une trajectoire définie. La convection due à la source lumineuse est perpendiculaire à ce mouvement, ce qui entraîne la production d'une trajectoire en zig-zag. L'amplitude de l'oscillation mesure d'une manière précise la distance parcourue par la particule sous l'influence du champ électrique pendant un intervalle de temps déterminé et de faible durée. On fait varier l'intervalle de temps et le champ électrique de manière à obtenir les meilleurs résultats. La vitesse du commutateur tournant et le champ électrique pouvant être mesurés avec précision, on a ainsi une détermination précise des dimensions de la particule.

D'après la loi de Stokes, si l'on désigne par X l'intensité du champ électrique, par e la charge de la particule supposée sphérique, par d son diamètre, par v sa vitesse, par η le coefficient de viscosité du milieu, le mouvement de la particule dans le champ électrique obéit à la relation :

$$Xe = 3\pi\eta v d.$$

Si l'on exprime X en volts par cm. et qu'on prenne comme charge électronique $e = 1,59.10^{-20}$, le diamètre d en centimètres est donné par la formule :

$$d = 9,3.10^{-10}\frac{X}{v}.$$

Le champ est mesuré au moyen d'un voltmètre et la vitesse se calcule en faisant le produit de l'amplitude de l'oscillation par la fréquence du renversement du champ. On mesure directement l'amplitude de l'oscillation sur des photographies obtenues avec un microscope de faible puissance; la fréquence d'inversion du champ s'obtient en mesurant la vitesse de rotation du commutateur au moyen d'un compteur. Il convient d'augmenter le champ et de diminuer la vitesse de la commutation à mesure qu'on opère sur des particules plus grosses.

La précision de la méthode, discutée en détail dans le mémoire des auteurs, semble intéressante. Avec de la fumée de tabac, différentes intensités du champ fournissent les résultats suivants :

Durée d'une demi-oscillation	Champ	Diamètre moyen des particules
0,23 sec.	275 v : cm.	$1,0.10^{-5}$ cm.
0,25	550	0,8

Un autre échantillon de fumée de tabac, pour lequel on a laissé le champ sensiblement invariable, et fait varier la durée d'oscillation, a donné :

Durée d'une demi-oscillation	Champ	Vitesse	Diamètre moyen des particules
0,25 sec.	587 v : cm.	$1,97.10^{-2}$ cm. : sec.	$2,76.10^{-5}$ cm.
0,25	590	2,07	2,65
0,545	587	2,03	2,70
0,545	585	1,87	2,80

L'écart maximum entre ces quatre déterminations est 5,4 %.

A. B.

§ 3. — Electricité industrielle

Effets inductifs des courants électriques de traction sur les circuits téléphoniques et télégraphiques. — On sait qu'une des sources principales des perturbations dont souffre le service des lignes téléphoniques et télégraphiques réside dans l'influence qu'exercent sur ces lignes les courants alternatifs de traction. Cette question a été l'objet de nombreuses recherches de la part des techniciens français. Nous nous proposons de résumer ici brièvement la longue étude que lui a consacrée récemment, en Amérique, M. H. S. Warren[1].

Dans les ondes complexes de courant qui constituent les émissions téléphoniques et télégraphiques, les éléments les plus importants ont, pour les courants télégraphiques, des fréquences inférieures à 300 pér. : sec., et, pour les courants téléphoniques, des fréquences variant de 200 à plus de 4.000 pér. : sec. Les courants alternatifs de traction ont une fréquence au plus égale à 60 pér. : sec., qui n'est même parfois que de 25 pér. : sec. Ils ne produiraient donc pas de perturbations s'ils formaient un système parfaitement équilibré et si l'onde principale n'était pas accompagnée d'harmoniques supérieurs. Ces perturbations seraient négligeables si les distances étaient assez grandes entre les éléments des deux réseaux, et si les zones dans lesquelles s'exerce l'induction mutuelle étaient assez étroitement limitées.

Il n'en est pas généralement ainsi, et les perturbations dépendent de nombreux facteurs : longueur des zones d'influence; écarts entre les réseaux considérés; configuration des lignes de transport d'énergie; intensité, fréquence et tension de l'onde fondamentale d'énergie et de l'onde du réseau télégraphique; importance des courants du réseau qui ne sont pas équilibrés; sensibilité des appareils récepteurs de télégraphie et de téléphonie, etc.

Les conséquences les plus importantes de ces effets inductifs sont faciles à deviner : perturbations dans le service téléphonique ou télégraphique (arrêt du service, mise en action des sonneries, « friture », brouillage des signaux télégraphiques); détérioration des appareils et dangers d'incendie; dangers d'accidents pour le personnel.

1. E. Cunningham : *Proc. Roy. Soc.*, A, 1910, t. LXXXIII, p. 357.

2. P. V. Wells et R. H. Gerke : *Journ. of American Chem. Soc.*, t. XLI, p. 312-329; mars 1919.

1. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, août 1918.

Il suffit d'ailleurs d'une minime quantité d'énergie pour influencer les récepteurs téléphoniques ou télégraphiques : le téléphone donne une audition suffisamment claire avec un petit nombre de microwatts; à la fréquence de 25 pér. : sec. un courant induit de 1 ma. est susceptible de troubler, dans certaines conditions, la transmission des signaux Morse, et *a fortiori* le fonctionnement des récepteurs rapides, des télégraphes imprimeurs, etc.

M. Warren indique l'ordre de grandeur des tensions qui peuvent se développer dans les lignes télégraphiques ou téléphoniques, du fait des réseaux voisins parcourus par des courants de traction. Ainsi, à 15 m. de distance, une ligne de trolley parallèle à une ligne téléphonique sur une longueur de 16 km. serait susceptible de développer dans cette ligne une tension de 1 volt par ampère de courant dans la ligne de traction : donc 100 v. si le fil de trolley transporte 100 a., 1.000 v. s'il transporte 1.000 a., etc. Des risques d'incendie apparaissent dès que les tensions induites atteignent 200 v.

De nombreux procédés ont été proposés pour atténuer ces perturbations.

En ce qui concerne les lignes télégraphiques ou téléphoniques, on peut : 1° mettre une distance raisonnable entre les réseaux des deux circuits, ce qui est un excellent moyen préventif; 2° neutraliser la plus grande part (90 à 95 %) des tensions induites à l'aide des « transformateurs de neutralisation » (Thomas Shaw); en réalité ces appareils laissent subsister les perturbations dues aux harmoniques supérieurs et s'appliquent difficilement aux réseaux téléphoniques; 3° plus particulièrement sur les lignes télégraphiques, interposer ce qu'on appelle les « bobines de drainage », qu'on branche en dérivation sur la ligne et dont on met le centre à la terre; ces bobines abaissent d'ailleurs le rendement des lignes téléphoniques et c'est plutôt pour les lignes privées que pour les réseaux assurant un service public qu'on peut en recommander l'adoption; elles ne conviennent pas aux lignes télégraphiques; 4° sectionner les lignes téléphoniques et interposer en un ou plusieurs points des appareils répétiteurs; ce système convient encore assez mal pour les réseaux téléphoniques et est plutôt applicable aux lignes rurales ou aux réseaux privés; 5° utiliser un conducteur de cuivre comme écran au voisinage des lignes téléphoniques ou télégraphiques; cette méthode, qui n'a pas fait ses preuves, est à mettre au point; 6 employer des circuits auxiliaires, avec bobine inductrice et capacité, réglés à la résonance pour les courants perturbateurs. Ce système peut donner de bons résultats dans les transmissions télégraphiques peu rapides; mais pour les vitesses de transmission plus élevées il devient impossible de séparer les signaux à recevoir des courants perturbateurs, à supposer, comme c'est le cas, que les signaux à recevoir se traduisent à l'enregistrement par un nombre de 20 à 25 traits par seconde, ce qui est dans les limites de rendement des bons appareils télégraphiques modernes. Cette méthode est inapplicable à la téléphonie, les harmoniques qui causent la « friture » ayant des fréquences du même ordre que les fréquences susceptibles de donner lieu à une bonne réception de la voix au téléphone; 7° isoler aussi parfaitement que possible les circuits téléphoniques[1], employer des relais quand les lignes sont soumises à des perturbations de nature à mettre en action les sonneries, et modifier les sonneries de manière qu'elles présentent une sensibilité moindre à l'action des courants perturbateurs. Ces derniers moyens sont d'action très limitée et ne doivent être considérés que comme d'utiles précautions.

Indiquons maintenant les procédés que peuvent mettre en œuvre les exploitants du réseau de traction perturbateur : 1° Un procédé radical consiste à renoncer au retour du courant par la terre et à employer un double circuit métallique (aller et retour), isolé du sol; la méthode est coûteuse, mais son adoption peut rendre superflus l'emploi de moyens parfois plus coûteux; 2° On doit recommander la multiplication des points d'alimentation, ce qui est encore une obligation coûteuse, mais souvent intéressante et, autant que possible, alimenter symétriquement la ligne, dans les deux sens autour de chaque point; 3° Le sectionnement de la ligne de trolley est aussi à recommander au point de vue de la réduction et de la localisation des effets perturbateurs, mais il présente l'inconvénient d'imposer l'installation de nombreux transformateurs; 4° Lorsque le réseau de traction comporte deux voies parallèles, on pourrait alimenter les deux voies par des lignes de trolley reliées aux pôles opposés de l'usine, la voie étant le neutre du système et ne transportant que la différence des intensités des deux lignes; cette méthode complique l'établissement des lignes, surtout aux croisements; 5° Pour réduire les courants vagabonds provenant des lignes de traction électrique, le « New-York, New-Hartford and New-Haven Railroad » utilise des auto-transformateurs alimentant le système et en assurant l'équilibre; 6° Des transformateurs-survolteurs placés à intervalles convenables le long de la ligne permettent de résoudre le même problème. Leur enroulement primaire est en série sur la ligne de trolley, et leur enroulement secondaire en série avec le rail de retour du courant. Leur courant égalise localement les circuits d'aller et de retour; et elle est plus parfaite encore si on leur adjoint un distributeur ou feeder relié électriquement aux rails à intervalles rapprochés.

§ 4. — Chimie

La formation de l'acide graphitique et la nature du graphite. — Il y a quelques années, Debye et Scherrer, en examinant le diamant, le graphite et le carbone amorphe au moyen des rayons X, sont arrivés à la conclusion qu'il n'existe que deux modifications allotropiques du carbone: le diamant incolore et le carbone noir. Cependant, la vieille hypothèse des trois modifications du carbone conserve encore des adhérents, malgré la difficulté de tracer une ligne de démarcation définie entre le graphite et le carbone amorphe (noir de fumée). On sait, en effet, que le graphite a des propriétés très variables suivant son origine ou son mode de préparation : sa densité peut varier de 1,8 à 2,35, sa dureté de 0,5 à 2.

MM. V. Kohlschütter et P. Haenni, de l'Université de Berne, ont repris l'étude de cette question, en se plaçant au point de vue de la formation de l'acide graphitique[1]. On sait qu'en chauffant le graphite — mais non le carbone amorphe — avec des oxydants énergiques : chlorate de potassium et acide sulfurique (auxquels Kohlschütter ajoute de l'acide nitrique), il est converti en un oxyde ou un acide graphitique solide, le premier vert, le second jaune (parfois brun ou noirâtre); les différents graphites donnent l'un ou l'autre de ces composés et ont été classés d'après ce caractère.

Or Kohlschüter et Haenni trouvent que la couleur dépend des conditions de la réaction et non de l'origine du graphite, et que l'acide graphitique ne forme pas de cristaux, mais simplement des pseudomorphoses remplissant plus ou moins l'espace occupé primitivement par le graphite. La composition des acides graphitiques varie; ils renferment environ 2 % d'H, 39 à 44 % d'O, le reste de carbone et d'humidité. Chauffé ou traité par des agents réducteurs, l'acide graphitique perd CO, CO^2 et de l'eau et se transforme en carbone avec plus ou moins de violence; le produit final contient 99,7 % de C et est analogue à du noir de fumée, mais il devient graphitique par compression. En décomposant l'acide graphitique par l'acide sulfurique à 170° C., il se forme une substance intermédiaire entre le noir de fumée et le graphite.

De leurs recherches, les auteurs concluent que le graphite se forme principalement par des « réactions topochimiques », c'est-à-dire des réactions localisées ayant

1. *Zeitsch. f. anorg. Chem.*, t. CV, pp. 35-68 et 121-144; déc. 1918-janv. 1919.

lieu dans un espace limité. Ce sont surtout des réactions de surface (ainsi la décomposition de l'acétylène), des réactions *in situ* (décomposition d'un carbure, comme dans le procédé Acheson), ou des réactions de couche superficielle (décomposition du sulfure de carbone). Dans la Nature, le graphite est probablement produit principalement par la métamorphose de composés carbonés organiques en contact avec des roches ignées ou par la décomposition de l'oxyde de carbone dans des fissures.

Le graphite lui-même n'est pas cristallisé, mais forme des pseudomorphoses comme l'acide graphitique, et les différences entre le graphite et le carbone amorphe sont essentiellement de nature physique et structurale. Cela explique les différences de chaleur spécifique et de densité des deux variétés, qui ont été regardées comme des preuves de leur allotropie.

La production de la glycérine aux dépens des mélasses. — Il y a plus de 60 ans, Pasteur a montré que la glycérine, ainsi que l'acide succinique, est un produit invariable de la fermentation alcoolique des sucres. Mais, malgré de nombreux essais, ce n'est jamais qu'en très petites quantités qu'on a obtenu la glycérine par ce moyen.

Les nécessités de la guerre ont remis cette question sur le tapis, et l'on a annoncé en 1917 que les Allemands étaient parvenus à fabriquer de grandes quantités de glycérine par un procédé de fermentation. Du côté des Alliés, des recherches ont été entreprises dans la même voie, et couronnées de succès au Laboratoire du Bureau des Revenus intérieurs de Washington, où MM. J. R. Eoff, W. V. Linder et G. F. Beyer ont mis au point une méthode commerciale de préparation de la glycérine aux dépens du sucre[1].

Après de nombreuses tentatives avec des cultures pures de levures diverses, ils ont finalement choisi le *Saccharomyces ellipsoideus* (var. Steinberg). Celui-ci doit agir sur le sucre dans des solutions contenant 5 % de carbonate de sodium, qu'on commence à ajouter au moment où la fermentation part, et progressivement ensuite. Une proportion plus faible d'alcali diminue le rendement en glycérine; une plus forte proportion arrête la fermentation. La température la plus favorable est de 30-32° C. et la concentration optimum de 17,5 à 20 gr. de sucre par 100 cm³. Quand la fermentation a été conduite sur ces bases et qu'elle est terminée, 20 à 25 % du sucre ont été transformés en glycérine, le reste en alcool et CO^2.

Ce qui fait le grand intérêt de ce procédé, c'est qu'il est applicable non seulement aux solutions de sucre pures, mais aussi aux mélasses, résidus de la fabrication du sucre commercial qui contiennent encore une quantité importante de sucre. En opérant sur des mélasses noires de Porto-Rico, les auteurs ont obtenu un liquide de fermentation renfermant en volume : 3,1 % de glycérine, 6,75 % d'alcool et 0,86 % de sucre restant (apparent). De ce liquide, on peut retirer, par des moyens assez simples, d'une part l'alcool, d'autre part une bonne partie de la glycérine, qui a servi à la fabrication de nitroglycérine.

Comme les mélasses sont des déchets qui, en Australie et en Océanie, sont évacués directement à la mer, la méthode ci-dessus pourra leur être appliquée avec profit. Mais elle rendra également des services ailleurs.

§ 5. — Physiologie

Une nouvelle conception du strabisme et le traitement qui en dérive. — La déviation de l'un des deux yeux est un symptôme si caractéristique du strabisme qu'on l'a identifiée avec le strabisme lui-même. Pourtant elle n'est qu'un symptôme secondaire qui peut disparaître sans que l'affection soit modifiée. Les causes du strabisme siègent ailleurs que dans l'appareil oculaire proprement dit; elles sont d'origine cérébrale, comme l'ont établi Javal et Parinaud.

1. *Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XXXVIII, n° 10, p. 175 R ; 31 mai 1919.

Le strabisme, d'après Parinaud, est un trouble de la convergence, empêchant les lignes visuelles de se réunir sur l'objet fixé. Il en résulte que le cerveau fait abstraction, ou neutralisation, de l'image fournie par l'œil dévié. Cette neutralisation a été notée par Javal, et plus récemment par Rémy. Mais, tandis que ceux-ci font de l'abstraction cérébrale une conséquence de la déviation strabique, — le cerveau du sujet neutralisant l'image déviée pour éviter la diplopie, — le Dr Ch. Sauvineau, dans une récente communication à l'Académie de Médecine[1], fait de cette abstraction cérébrale, *constante*, la cause première, *préexistante*, probablement d'origine héréditaire, du strabisme.

La tendance au fusionnement cérébral des images visuelles des deux yeux, si forte chez les sujets normaux, est nulle ou faible chez les sujets strabiques. Lorsque cette disposition existe, le moindre obstacle à la vision binoculaire, une taie, une amétropie, suffiront pour provoquer le strabisme. Lorsqu'elle manque, au contraire, les causes optiques les plus gênantes sont impuissantes à le produire. En résumé, *tout strabisme vrai équivaut à une vision cérébrale monolatérale.*

Si cette conception est exacte, le traitement rationnel du strabisme doit consister, non pas à redresser les yeux, mais à rétablir la vision binoculaire cérébrale. Le redressement de l'œil dévié viendra par surcroît, et toute rechute sera devenue impossible. Dans ce but, deux modifications doivent être successivement réalisées :

1° Transformer la vision monolatérale en vision simultanée, c'est-à-dire éduquer les centres nerveux visuels à percevoir simultanément les images fournies par les deux yeux, et donc, puisqu'un œil est dévié, produire la diplopie.

Pour ce faire, M. Sauvineau se sert de deux verres de couleur complémentaire, l'un vert, placé devant l'œil fixateur, l'autre rouge, placé devant l'œil dévié, et mettant le malade devant un point lumineux (écran perforé devant une bougie), il lui fait constater que la flamme rouge *n'est pas perçue par lui* (à moins que l'on n'obture l'œil fixateur). L'occlusion successive de l'un, puis de l'autre œil, amène plus ou moins rapidement le malade à percevoir simultanément les deux images, c'est-à-dire que le sujet, qui ne voyait qu'une flamme verte, arrive à voir simultanément une seconde flamme, rouge, plus ou moins éloignée.

2° Reste à transformer la vision simultanée en vision binoculaire, c'est-à-dire à provoquer le fusionnement cérébral des deux images verte et rouge en une seule image de couleur mixte, aisément reconnaissable (qui serait franchement blanche s'il était possible d'avoir des verres de couleurs rigoureusement complémentaires : vert et rouge-violet).

Pour ce faire, le malade est invité, en se guidant sur les points lumineux vert et rouge, à relâcher ou à contracter sa convergence, suivant le cas. Si le strabisme est faible, le sujet parvient vite au fusionnement. L'expérience clinique a montré à l'auteur que même de forts strabismes de 30 à 40° peuvent être guéris par ce procédé et en moins de trois mois. Toutefois, dans ces strabismes forts, où les deux images colorées sont assez distantes l'une de l'autre, il est préférable de graduer les efforts du sujet, à l'aide de verres prismatiques. Avec un prisme convenablement placé, les deux images verte et rouge sont rapprochées l'une de l'autre jusqu'à une distance de quelques centimètres. Le malade fusionne alors aisément. Puis la force du prisme est diminuée progressivement, jusqu'à ce que le fusionnement s'accomplisse sans le secours des verres prismatiques, et qu'ainsi la vision binoculaire soit rétablie.

D'après M. Sauvineau, la guérison s'obtient dans tous les cas en un délai de quelques semaines à quelques mois au plus.

1. *Bull. de l'Acad. de Médecine*, t. LXXXI, n° 23, p. 789; 10 juin 1919.

UNE CONCEPTION BIOLOGIQUE NOUVELLE DE LA CELLULE

Une étude parue ici même il y a deux ans [1] a présenté une explication nouvelle de l'Hérédité basée sur une constitution hypothétique de l'œuf fécondé et sur le jeu réciproque de certaines substances ou plasmas formatifs; et bien que ces plasmas ne soient exactement identifiables ni aux corps chimiques que l'analyse sait peser et nommer et que la synthèse peut souvent reproduire, — ni aux détails microscopiques que l'histologiste coupe, fixe et colore, — il avait paru nécessaire d'accepter provisoirement leur intervention jusqu'à ce qu'un autre article plus récent [2] eût été consacré à la démonstration de leur réalité matérielle.

Il nous reste à présent à exploiter à nouveau la valeur explicative de ces plasmas si l'on a réussi à écarter l'objection qu'il ne s'agirait que de simples vues de l'esprit ou d'une résurrection, sous un autre nom, des « particules représentatives » imaginées par la plupart des savants qui ont abordé le problème; il nous reste à les montrer en action, non plus seulement dans l'œuf, mais à travers tout organisme vivant dont ils paraissent les constituants indispensables et universels.

On se rappelle que c'est la nécessité de trouver un support matériel aux divers types de « caractères » descriptifs des êtres vivants qui a paru légitimer une conception nouvelle des « plasmas » biologiques : le même animal, vu par le biologiste ou vu par l'histologiste ou le chimiste, fournit deux groupes d'images, tous deux exacts, mais qui ne se décalquent pas l'un sur l'autre. Pourquoi ? C'est que ceux-ci voient, séparent, manipulent, pèsent, découpent des substances concrètes, alors que le classificateur, le zoologiste, le botaniste raisonnent sur des abstractions qui sont les caractères ; et ceux-ci ne correspondent avec précision à rien de ce que les deux sciences ci-dessus nommées étudient spécialement : le décalque ne peut se faire actuellement sur l'existence de tel principe chimique dans les tissus, par exemple l'hémoglobine, et sur la présence d'un dispositif anatomique, tel que la double circulation ; ou encore sur l'absence de cils vibratiles ou d'épithéliums stratifiés et la constitution du type arthropode.

Néanmoins, il n'est pas défendu de croire que cet ajustement pourra se réaliser quelque jour par un moyen détourné, de même qu'un problème mathématique se résout aisément par l'Algèbre alors qu'il résiste aux procédés ordinaires de l'Arithmétique.

Il s'agit donc de serrer de près, de repousser progressivement vers du concret et du matériel, de dissocier et de pulvériser tout ce qui est « caractère ». Mais où allons-nous arrêter, jusqu'où allons-nous limiter cet émiettement, cette pulvérisation des « caractères » ?

On sait que dans tout organisme les caractères sont mélangés, inbriqués, entrelacés ; or, cette disposition subsiste dans les diverses parties de cet organisme : un pouce d'Homme est de suite reconnu comme pouce d'homme et non d'Anthropoïde, à sa forme, à sa grandeur, à celle de l'ongle et des phalanges, à la saillie de l'éminence thénar (caractères fixés ou d'espèce) ; comme un pouce de blanc, de nègre, d'homme de couleur (caractère de race, non fixé) ; comme un pouce d'une lignée de manouvriers ou d'une lignée d'oisifs manuellement (caractères ataviques, non fixés) ; ce pouce est glabre ou porteur de poils, sa pigmentation est accentuée ou nulle ; sa pulpe offre un type de dessins des papilles dermiques qu'on sait être familial (caractères parentaux, non fixés) ; et tous les caractères ci-dessus sont transmis ou transmissibles.

Mais ce pouce, qui est d'un homme qui a vécu et travaillé, est barré sur sa pulpe de cicatrices visibles ou non ; un panaris a peut-être jadis déformé son ongle ; il présente peut-être quelque verrue ou des papillomes aux angles matriciels ; il est pigmenté par la fumée du cigare ou pourvu d'une callosité professionnelle ; et, si on agrandit le dessin de ses papilles dermiques, on se convainc qu'il est caractéristique de l'Individu à ce point qu'il n'y a pas une chance sur trente milliards qu'un autre pouce, dans toute l'Humanité vivante, en offre d'identiques et d'identiquement disposées (Bertillon) ; et tous ces caractères qui sont individuels, — c'est-à-dire non transmissibles ou exceptionnellement transmissibles, — sont pourtant étroitement mélangés aux précédents : c'est donc qu'ils le sont encore dans chacun des tissus qui composent ce pouce, dans son épiderme, son derme, sa matrice unguéale, son tissu cellulaire, ses muscles, ses phalanges ; c'est donc qu'ils le sont encore dans chacune des cellules qui composent ces tissus-là : et c'est là que nous devons nous arrêter, à cet élément primordial et universel de tous les organismes

1. *Rev. gén. des Sc.*, 30 juin et 15 juillet 1917.
2. *Ibid.*, 15 juin 1918.

vivants qui est la cellule, et y retrouver nos plasmas formatifs.

Mais avant de considérer la cellule comme l'élément biologique ultime des organismes, ce qui est la partie nouvelle du sujet et l'objet de la démonstration, il convient de se représenter avec précision l'idée qu'on doit s'en faire d'après les acquisitions de la science actuelle.

Nous allons donc interroger les Morphologistes, les Chimistes, les Physiciens; nous allons colliger leurs réponses et les colliger dans la mesure où elles peuvent nous éclairer sur la constitution probable de la cellule.

* * *

Supposons un observateur placé sur un Astre voisin et muni d'instruments d'optique lui permettant de se rendre compte de ce qui se passe à la surface de la Terre; avec cette complication, toutefois, que de son appareil, pour rendre l'observation possible, partirait une émanation qui tuerait, à leur place et à toutes les phases de leur existence, les habitants de notre planète : si, avec les données résultant de cette vision catastrophique, l'observateur planétaire tentait une synthèse des mœurs et coutumes de l'Espèce humaine, combien parmi nos actions seraient correctement interprétées ? Telle est la situation de l'histologiste vis-à-vis des tissus qu'il doit couper et colorer afin d'obtenir des figures qu'il puisse non seulement décrire, mais expliquer. L'observateur planétaire verrait, comme l'histologiste, des accumulations de cadavres de volume inégal, diversement vêtus, surpris également dans des gestes, positions et locaux différents; mais quelles ne seraient pas les chances d'erreur si, pourvu d'un esprit comme le nôtre, il tentait de reconstituer la vie journalière, le métier, l'utilité sociale, la parenté, la filiation, le mode de nourriture, la durée d'existence normale de chacun de ces hommes, ainsi que l'histologiste peut s'y employer vis-à-vis de toute cellule qui vient s'offrir dans le champ de son microscope !

Aussi paraît-il tentant, si ce n'était superflu, après Magendie, après Cl. Bernard, après Ch. Richet et tant d'autres, d'écrire un chapitre liminaire sur la « vanité de la morphologie » — au point de vue explicatif : les exemples sont nombreux de l'incertitude où l'on reste de la signification de substances figurées, parfois volumineuses, incluses dans la cellule. Un des plus démonstratifs résulte des expériences de Payne, de Gurwitch, de Morgan et Spooner, qui, en centrifugeant des œufs fécondés d'*Arbacia*, ont réussi à accumuler dans un des blastomères tout le pigment, dans l'autre toute l'huile, c'est-à-dire à dissocier les seuls éléments visibles — et ont obtenu néanmoins des plutei normaux; et à un stade plus avancé la gastrulation et la différenciation se poursuivent, même après centrifugation des micromères, sans égards pour la distribution des éléments visibles[1]. Ces substances formatives sont donc ici parmi les invisibles. Nos directives ne sauraient être très différentes en ce qui concerne les cellules adultes, car si aucun détail structural n'a été expressément figuré pour faciliter notre compréhension, aucun dispositif non plus n'est nulle part interposé afin d'égarer notre entendement. Au surplus, cette vanité de la documentation morphologique au point de vue qui nous occupe est relative et conditionnelle : nous avons réponse à quelques questions parmi tant d'autres qui restent insolubles. C'est la tâche du biologiste de sélectionner dans cette documentation ce qui est fécond et de négliger le reste.

Pour l'histologiste, la cellule moyenne, la cellule type, est une masse de substances inégalement colorables, de l'ordre du centième de millimètre, contiguës dans les tissus et d'aspect très différent suivant le tissu, suivant la fonction, suivant la différenciation, et probablement aussi suivant l'âge; le volume est constant dans chaque espèce pour un organe donné (Sachs).

Les deux seules parties qui sont constantes dans toute cellule animale ou végétale, c'est d'abord la masse enveloppante extérieure, hyaline ou finement ponctuée dans les tissus jeunes; et à l'intérieur de celle-ci, et d'ordinaire exactement au centre géométrique de l'ensemble de l'élément (Gerassimoff), une masse plus petite, très colorable, constituée d'un filament pelotonné sur lui-même : c'est le noyau; cette dualité cytoplasme-noyau, que Sachs a nommée « énergide », est l'élément véritable de l'être vivant (Bonnier). On peut y ajouter, dans les cellules végétales, et un certain nombre de cellules de tissus animaux, une membrane, ou plutôt enveloppe, qui fait d'ailleurs partie intégrante de la cellule, ne peut s'en séparer à aucun moment et se divise avec le corps cellulaire (Hérouard).

Telles sont les seules parties constantes de toute cellule et presque uniques dans la cellule jeune; tous les autres détails cytologiques ;

1. L'œuf, et probablement toute cellule vivante, supporte la centrifugation, mais non le broiement, c'est-à-dire que les molécules constituantes une fois violemment séparées sont incapables de se souder à nouveau : l'importance de la structure, bien qu'invisible, ressort ainsi des expériences de De Meyer, Loeb et Bancroft, qui n'ont obtenu aucun développement en mettant des spermatozoïdes au contrat d'extraits d'œufs broyés d'oursins ou d'oiseaux.

nucléoles, centrosome, inclusions, vacuole, leucites, pigments, graisses, sont inconstants ; telles sont les seules parties visibles sur certains tissus vivants, en dehors de toute fixation, de toute coloration.

Il n'y a pas de cellule de Polyplastide sans noyau ; chez les Protozaires eux-mêmes, le noyau est constant ; on connaît les deux types de noyaux des Infusoires et dans les types les plus inférieurs les granulations chromatiques diffuses sont une ébauche de substance nucléaire (Bütschli).

On n'a pas à s'arrêter à la constitution optique que certains réactifs déterminent dans le cytoplasme, tantôt spongieux, tantôt réticulaire, tantôt fibrillaire, car rien n'est généralisable et on entrerait dans le domaine des spécificités colorantes fonctionnelles ; que le bleu de méthylène ait une électivité pour le tissu nerveux, le rouge neutre pour les granulations cellulaires, le rouge de pyrrol pour la cellule interstitielle du testicule, c'est seulement autant de présomptions de l'existence de substances propres à la fonction et à la différenciation cellulaire : nous les retrouverons en temps voulu ; mais, ici, nous devons rester dans le général et l'universel ; et, à ce point de vue, tout l'intérêt se concentre sur les rapports des cellules entre elles et les rapports du cytoplasme avec le noyau.

Dans les tissus végétaux et la plupart des tissus animaux, les cellules paraissent assez isolées les unes des autres ; mais cette individualisation n'est pas universelle ; elle est souvent imparfaite et indécise, même dans les tissus aussi élevés et différenciés que le myocarde des Vertébrés ; parfois les cellules s'unissent et perdent leurs limites, par fusion cellulaire secondaire : villosités choriales des Mammifères, périblaste des germes embryonnaires des Vertébrés (His, Sachs), épithélium intestinal du Triton (Herlitzka) ; beaucoup d'animaux inférieurs, Siphonées, Myxosporidies, restent dans l'indivision plasmatique, formant ainsi des cellules géantes : le fait n'est pas rare chez les végétaux, au point que de Bary a pu écrire que c'est « la plante qui forme les cellules et non les cellules la plante ». Pour Prenant, « la séparation objective et matérielle des membranes cellulaires n'est pas le point essentiel ; mais une complication, qui rend plus complète, mais ne crée pas l'individualité cellulaire ». L'existence de ces plasmodes et des communications protoplasmiques a porté des histologistes de la valeur de Kölliker, Hansen, ou Sedgwick à douter de l'importance constitutive de la cellule visible, même dans les tissus ordinaires, la véritable unité vivante étant représentée par cette « énergide » que Sachs a définie « tout corps protoplasmique contenant un noyau et régi par lui ».

Nous voyons ainsi, dans le monde vivant, la cellule bien limitée, à bords tranchés, qui est le type ordinaire, réaliser une forme de passage entre le type Protozoaire où les cellules, loin de s'associer, manifestent une sorte de chimiotaxie négative, et ces singuliers plasmodes où chaque élément fusionne sa substance avec celle des voisins.

Mais les noyaux, eux, ne fusionnent pas. Nous connaissons assez l'importance de cette partie centrale : les expériences de mérotomie, d'extraction du noyau, tant sur les Infusoires que sur les œufs (Balbiani, Verworn, Delage), sont tellement démonstratives qu'on peut se contenter de rappeler leur résultat constant : la dégénérescence des deux éléments dès qu'ils sont séparés.

D'où vient la substance formatrice du noyau ? Sa situation centrale porte déjà à penser qu'elle doit se séparer, se dissocier du cytoplasme à l'origine de la cellule ; et ce n'est pas là seulement une vue de l'esprit, car Fauré-Frémiet a observé cette synthèse de la chromatine aux dépens du cytoplasme pendant la scissiparité de l'Infusoire *Urostyla Grandis*, comme Godlewski l'a notée sur des épithéliums de Salamandre et de Triton et aussi sur l'embryon d'Oursin. D'autre part, il saute aux yeux que, pendant la croissance d'un blastoderme d'œuf d'oiseau, dans chaque cellule nouvelle qui surgit est inclus un appareil nucléaire complet, lequel n'a pu se constituer (tout comme le cytoplasme ambiant) qu'aux dépens des substances albuminoïdes, jusque-là amorphes et limitées comme quantité, qui forment la cicatricule ; car il n'y a pas place ici pour le moindre apport exogène, mais seulement mise en œuvre, mise en place, de proche en proche, de substances jusqu'alors inorganisées, par ce mécanisme universel qui est la fragmentation en cellules d'une masse définie, jusqu'alors anhiste et sans structure perceptible.

Et nous voici amené à mentionner cette crise unique de la vie cellulaire qui s'appelle la division cellulaire : il s'agit de la division indirecte ou mitose, l'autre mode, la division directe, étant décidément considéré comme dégénératif par la majorité des observateurs (von Rath, Ziegler, de Bruyne, Gross). On ne s'attend pas ici à lire une description détaillée de l'étrange et régulière succession des phases de cette opération biologique, qui est restée depuis sa découverte le spectacle le plus captivant de toute l'anatomie microscopique, et dont la généralité est absolue dans les tissus animaux et végétaux : partout le

dédoublement du peloton chromatique est suivi de sa segmentation en fragments dits chromosomes dont le nombre est fixe pour chaque espèce; et si la constance de ce nombre est, le plus souvent, un caractère spécifique, parfois seulement un caractère racial[1], partout la segmentation longitudinale de ces bâtonnets ou anses est suivie de leur écartement le long des filaments qui semblent tendus à cet effet; partout les anses ainsi disjointes se déplacent en sens inverse suivant la trajectoire directrice de deux petits organes inconstants ou peu visibles à l'état de repos, qui sont les centrosomes : comme si un doigt invisible, accrochant chaque anse par son milieu, l'entraînait le long d'un des filaments qui convergent vers l'aster; puis chaque groupe de ces bâtonnets qui, à travers la masse pâteuse des plasmas incolores du cytoplasme, ont glissé en couronne chacun sur son filament, reconstitue un peloton chromatique par recollement bout à bout des segments découpés; ceux-ci deviennent moins distincts, et la division de l'ensemble cellulaire s'achève par l'entraînement, vers chaque noyau reconstitué, d'une masse correspondante de cytoplasme, de façon qu'à la place de la cellule primitive il s'en est produit deux nouvelles pourvues de leur noyau, qui vont augmenter de volume à leur tour et, s'il s'agit d'un organisme en croissance, rouvrir le cycle des divisions.

Tel est le mode typique de reproduction des cellules des tissus sains; mais on a décrit diverses irrégularités de ce processus dans les tissus pathologiques (mitoses tripolaires, multipolaires).

Le moment de la mitose est la phase la plus critique de la vie cellulaire; elle paraît alors d'une vulnérabilité inusitée, comme le prouve l'action élective, au moment du déroulement du peloton chromatique, des rayons Becquerel (rayonnement β et γ du chlorure de radium), dont l'émanation détermine à coup sûr tous les types des déviations mitotiques (fuseaux multipolaires, fragmentation du noyau, glissement asynchronique des anses chromatiques).

La cause perceptible, la cause histologique de cette segmentation, admise aujourd'hui, est la rupture d'un certain équilibre que nombre d'histologistes ont étudié numériquement sous le nom de « rapport nucléo-plasmique » : dans les tissus en bonne voie de nutrition, chaque cellule accroît son cytoplasme d'une façon progressive et régulière; le noyau croît aussi, d'abord lentement, puis bientôt très rapidement, jusqu'à doubler son volume primitif (M. Popoff); alors l'élément est prêt pour la cytodiérèse, et c'est la cessation de ce rapport volumétrique constant pour une espèce cellulaire donnée qui précède la division et paraît la déterminer (R. Hertwig, H. Marcus, Popoff, Boveri).

Telle est la vision la plus générale possible que l'histologiste peut nous offrir de la cellule vivante.

***

Pour le chimiste, la cellule, avec son noyau, sont des mélanges et des combinaisons plus ou moins stables et en proportion inconnue — même, disent certains, variable d'un instant à l'autre — de grosses et moyennes molécules dont les fragments sont tous connus et même le plus souvent reproduits par la synthèse.

Que sont ces substances? Sont-elles communes aux deux parties de la cellule ou spéciales à l'une d'elles? Laissant de côté, comme n'ayant pas un degré d'universalité suffisant, les graisses et les hydrates de carbone libres, les sels non incorporés à la molécule, il reste avant tout, comme substance vivante fondamentale, les albumines.

On sait depuis E. Ehrlich, Erlenmeyer, que les albumines se fragmentent d'abord en polypeptides, lesquels se résolvent eux-mêmes en acides aminés, qui comptent pour 60 ou 70 % dans la composition de l'albumine (Kossel); et c'est autour de ces acides aminés que se groupent des noyaux aromatiques, des noyaux de la série grasse, et des noyaux hétérocycliques (pyrrol, indol, pyridine).

Les acides aminés constituants primordiaux de la substance vivante, qui à cette heure ont tous été reproduits par synthèse, sont au nombre de dix-huit et se retrouvent, les uns rarement, les autres fréquemment, dans toutes les albumines animales ou végétales; ce sont ces mêmes corps qui, isolés ou reproduits synthétiquement, ont pu, en bouillon de culture, entretenir la vie d'organismes inférieurs de tout genre : *Aspergillus* (Czapek), colibacille, pneumobacille, bacille pyocyanique, *M. prodigiosus* (Galimard), et permis à Abderhalden, par un mélange convenable, d'assurer la ration azotée d'entretien d'un chien pendant plusieurs mois.

A titre de repère numérique, Hofmeister nous donne comme un type assez fréquemment

1. L'œuf d'*Artemia Salina* offre 42 chromosomes dans la variété de Cagliari et 168 dans la variété de Capo d'Istria; les Notonectes ont tantôt 12, tantôt 14 chromosomes (E. N. Browne), les Bananiers tantôt 6, 8 ou 24 (Tischler). Et, comme le remarque Delage, le nombre dépend avant tout de la nature du cytoplasme, car on observe la persistance de ce nombre (18) chez des larves mérogoniques d'Oursins privées de pronucleus femelle, comme chez les larves entières.

réalisé une molécule albumineuse qui pèserait environ 15.000 et qui contiendrait par exemple 125 noyaux type tryptophane (poids mol. 204) ou leucine (p. m. 131) ou ornithine (p. m. 132), les uns uniques dans leur genre, les autres répétés plusieurs fois, jusqu'à 20 fois, avec une inépuisable variété de combinaisons. Mais si la synthèse a obtenu des termes de plus en plus élevés et même une chaîne aussi longue que l'octodécapeptide (qui soude 15 mol. de glycocolle à 3 mol. de leucine [Fischer]), la nature est loin d'avoir réalisé toutes les combinaisons qui nous paraissent possibles, pas plus qu'elle ne forme toutes les molécules des sucres que la théorie prévoit. On note pourtant des liaisons constantes de certaines molécules, par exemple guanidine et ornithine qui se rencontrent toujours ensemble et rappellent les corrélations de caractères si fréquentes en biologie.

En supposant, avec Maquenne, que chaque polypeptide renferme une centaine de groupements élémentaires ; que chacun de ces groupes, en pénétrant dans la molécule, entraîne, comme chez les sucres, la formation de deux isomères stéréochimiques nouveaux, on trouve que le nombre total des corps possibles doit être écrit avec trente et un chiffres... quelque nombre tellement élevé que chaque cellule vivante dans l'Univers pourrait avoir son albumine spéciale. Il y a cependant de fortes raisons de croire que les peptones naturelles sont des mélanges de moyenne complexité allant des tétra aux octopeptides seulement; au delà, on obtient des corps donnant les réactions des albumoses, si cette distinction à l'aide des réactifs n'était appelée à s'éclipser devant « l'importance du nombre, de la nature et du mode d'association de ces acides aminés » (Lambling).

Enfin, lorsque les polypeptides arrivent à fixer ensemble une vingtaine de ces composés fondamentaux, Fischer admet qu'on touche à la limite de leur capacité d'association et qu'on se trouve en présence de véritables albumines. — Une preuve indirecte, d'ordre physiologique, de l'importance du mode d'association de ces acides, nous est fournie par l'exemple du système « alanyl-glycine » qui subit le dédoublement par le suc pancréatique, alors que le système inverse « glycyl-alanine » n'est pas dédoublé. L'organisme nous révèle ainsi de quels moyens imprévus il dispose pour conférer à des protéiques ou à leurs fragments une résistance spéciale (Lambling).

On sait que les carbones des albumines offrent trois types de liaison, soit en chaîne ouverte avec 6 atomes de C au maximum, — soit en chaîne fermée, avec 9 atomes de C au maximum (ce sont les noyaux aromatiques sur lesquels, dans tout acide aminé, le groupe glycocolle ou un équivalent vient toujours s'insérer en position α), — soit enfin en chaîne hétérocyclique, type tryptophane, avez onze atomes de C et liaison azotée. Outre son glycogène d'infiltration, libre et mobile, chaque albumine renferme du glycogène de constitution qui reste fixé à la molécule : on n'y retrouve jamais toutefois les noyaux d'acides gras élevés, à 16 ou 18 C, qui jouent un si grand rôle dans les « échanges », résultats globaux des analyses physiologiques.

Après les albumines, les substances les plus répandues dans les plasmas cellulaires sont les nucléines, qui, en dépit de leur nom, ne sont pas spéciales au noyau, ni même éléments exclusifs de la chromatine : c'est un terme générique qui réunit toutes les substances à la fois protéiques et phosphorées de la cellule. Il s'agit de groupements d'acides aminés ordinaires auxquels se joignent des chaînons d'acide phosphorique pour donner des produits du type caséine ; si on y ajoute des radicaux ferrugineux, on obtient les vitellines des œufs d'oiseaux et les ichtulines des œufs de poisson. Certains nucléoprotéides cependant sont plus particuliers aux noyaux et renferment en plus des bases puriques et pyrimidiques et des hydrates de carbone : ce sont les plus compliqués de tous les plasmas vivants et on les trouve aussi bien dans les levures, les bactéries, les champignons que dans les glandes de l'économie. — Une diastase naturelle, la nucléase, dégradant les nucléoprotéides, libère d'un côté une protéine (albumine, globuline, histone) et une nucléine, celle-ci, à son tour, se dissociant en un autre fragment protéinique et un acide nucléique.

Cet acide nucléinique est le support le plus répandu du phosphore, dont il renferme 14 % (Kossel) ; et il vient s'associer aux protéiques non phosphorés étudiés plus haut pour former les plasmas fondamentaux du cytoplasme aussi bien que du noyau : seulement, dans les nucléoalbumines du cytoplasme, la proportion d'acide nucléique devient très faible et la teneur en P tombe à 1/2 ou 1 %. Ce même acide nucléique, abondant dans les spermatozoïdes des animaux, des Poissons particulièrement, se retrouve identique au moment de la germination dans le pollen, les ovules et les embryons des plantes (Osborne et Harris).

Un dernier groupe des constituants cellulaires comprend cette catégorie plutôt physique que chimique de corps qu'Overton a dénommés lipoïdes : substances à fonction colloïde, extraordinairement hydrophiles, qui paraissent

prédominer dans la membrane ou la corticalité cellulaires; les lécithines sont parmi les plus répandues, en combinaison plus ou moins lâche avec les albumines chez les animaux; chez les végétaux, les lécithines paraissent toujours combinées à des sucres (glucose, galactose); dans les lipoïdes phosphorés, il existe une relation croissante de la proportion de P à Az, depuis les phosphatides végétaux, comme la phytine, qui sont dépourvus d'Az, jusqu'aux types où P = Az, jusqu'aux phosphatides de Thudichum où Az est double ou triple du phosphore.

Cytoplasme et noyau tirent donc leur matériel des produits ci-dessus mentionnés; et si les réactions microchimiques attribuent à la substance chromatique une plus forte proportion de métaux ou de métalloïdes (Fe, As, I), elles ne marquent pas, entre les deux substances, de différence qualitative décisive : ainsi il est bien évident que le jeune poulet fabrique de toutes pièces, aux dépens de matériaux non puriques, les purines de ses noyaux cellulaires, puisque c'est une véritable pénurie de matières puriques qui ressort de l'analyse globale de l'œuf d'oiseau; de sorte que « la multiplication nucléaire des histologistes peut être interprétée chimiquement comme une synthèse purique » (L. C. Maillard).

Mais la non-miscibilité des deux substances est néanmoins fondamentale : elle est d'abord d'ordre physique et tient peut-être à une différence de densité, de condensation plasmatique, de compacité moléculaire. Et le procédé élégant de Miescher et Hoppe-Seyler, qui consiste à faire une digestion ménagée des tissus dans le suc gastrique pour dépouiller les noyaux du cytoplasme ambiant, est moins révélateur d'un écart plasmatique qualitatif que de la progressivité de l'attaque des sucs digestifs; car, si les noyaux dénudés ne sont pas sensiblement attaqués au bout de 24 heures, ils dédoublent néanmoins leurs nucléoprotéides après une digestion prolongée; seul l'acide nucléique libéré reste inattaqué (Popoff, Milroy, Umber) dans la digestion gastrique, et c'est la trypsine, qui, à l'étage suivant, se charge de dissocier ses bases puriques.

Lœw, puis Tchougaëf, ont insisté sur la présence simultanée, comme caractère vital, du groupe aldéhyde et du groupe amide, système binaire d'une grande instabilité, et tout spécialement sensible aux poisons qui peuvent donner avec eux des combinaisons stables. On sait que les chimistes sont encore partagés sur la question de la labilité ou de la stabilité des albumines vivantes; or, pourquoi ne seraient-elles pas les deux à la fois? Parmi les plasmas cellulaires, une portion importante serait mobile et fluctuante et masquerait l'existence de la portion stable, toutes deux pouvant du reste présenter à peu près la même constitution et offrir les mêmes réactions colorantes ou autres.

Entre l'extrême fragilité et la plus invraisemblable stabilité de la structure plasmatique, il y a tous les intermédiaires : que la structure moléculaire compatible avec la survie dépasse dans certains cas celle de la plupart des composés de laboratoire, c'est ce qui ressort de l'expérience célèbre de MM. Becquerel et K. Onnes qui ont maintenu à — 253° (t. de l'hydrogène liquide) durant 77 heures, puis dans le vide et la dessiccation la plus parfaite durant 18 mois, des graines de luzerne, de moutarde, des moisissures, des bactéries, protoplasmes végétaux pris au hasard : or tous, à travers ces épreuves, ont gardé leur constitution moléculaire vitale, ont pu germer ou fructifier.

Et ceci nous conduit à considérer l'état physique des plasmas cellulaires. Après Delagé, Renaut, J. Duclaux, Brachet, l'opinion prévaut de plus en plus que tous les protoplasmes sont des colloïdes, d'où complète insolubilité dans l'eau, condition première de leur formation et de leur persistance; et cette fonction colloïde est d'abord dévolue à la membrane ou zone corticale qui fonctionne ou paraît fonctionner comme filtre à molécules, « filtre intelligent » (J. Duclaux), semi-perméable, laissant passer certaines substances dissoutes et arrêtant les autres, perméable aux petites molécules, imperméable aux grosses. De sorte que la mort de la cellule change la perméabilité de la paroi : ainsi les cellules épithéliales isolées sont rapidement pénétrées par l'urée, alors que le revêtement sain est imperméable à ce corps (Hamburger).

Il n'est pas démontré cependant que cette propriété soit exclusive aux membranes vivantes et ne relève pas simplement de l'état colloïdal, car les membranes de ferrocyanure de cuivre, de tannate de fer, perméables au sel marin, sont imperméables au saccharose.

Au surplus, les opinions varient sur la perméabilité cellulaire vis-à-vis de substances dissoutes. Pour R. S. Lillie, la membrane ne laisse passer librement que l'eau et reste infranchissable vis-à-vis de toutes les substances non colloïdes diffusibles; tant que la cellule vit, elle reste fermée aux échanges osmotiques et, si les substances lipolytiques arrivent à forcer cette barrière, la cellule ne tarde pas à succomber. Tandis qu'Heinsius, par diverses considérations, écarte des constituants du suc cellulaire les sels de potassium, d'ammonium, la glycérine et la

mannite, auxquels il subsitue, au point de vue osmotique, quelque hydrate de carbone très instable, Von Mayenburg admet que la glycérine, au contraire, pénètre aisément dans tous les protoplasmas, la force osmotique du suc cellulaire valant une solution d'azotate de soude de 22 à 23 °/₀ et l'incinération permettant d'attribuer plus de 90 °/₀ de la force osmotique à la présence de substances organiques de la grandeur de la glycérine.

On sait, depuis Van t'Hoff, que la pression osmotique d'une masse liquide est proportionnelle au nombre de molécules contenues dans l'unité de volume, quelle que soit la nature et la grosseur individuelle de chacune de ces molécules : il en résulte qu'une molécule composée d'un grand nombre d'atomes détermine, pour sa part, une pression égale à celle que produit une molécule très petite. Or la cellule renferme de grosses molécules n'intervenant que peu, par rapport à leur masse, dans la valeur de la pression osmotique actuelle : l'équilibre osmotique entre le contenu cellulaire et le milieu ambiant, autrement dit l'isotonie, est donc sauvegardé, malgré l'accumulation de ces grosses molécules; mais si elles viennent à se fragmenter, non seulement elles libéreront l'énergie chimique emmagasinée, mais la pression osmotique intracellulaire s'élèvera d'autant plus que les fragments seront plus nombreux, et à ce moment l'eau pénétrera, chargée de molécules « nutritives » ; au contraire, toute diminution du nombre des molécules intracellulaires s'accompagne d'émission d'eau à l'extérieur, entraînant les molécules résiduaires. Le rapport entre le nombre des molécules résiduaires, molécules dissociées, et le nombre des néo-albumines à molécules plus légères, varie avec chaque espèce cellulaire ; mais les différentielles doivent être dans un rapport déterminé pour chaque cas, et c'est cette équation différentielle qui caractérise chaque élément vivant (Iscovesco).

Ce physiologiste admet, en outre, que toutes les cellules du corps sont perméables à 87 °/₀ des albumines du sérum et que le passage des produits est réglé soit par la concentration saline extérieure, soit par la concentration moléculaire interne[1].

Par analogie avec ce qui se passe dans la cellule végétale où l'observation est plus facile, et qu'enveloppe une membrane toujours visible, durable, plus durable que la cellule elle-même, R. Hober admet que la substance vivante de la cellule se laisse forcer par les corps solubles dans les lipoïdes et se défend contre les autres : mais ce sont justement des substances « subtoxiques » (colorants vitaux, alcools), alors que la cellule semble fermée aux produits qui sont nécessaires à sa nutrition (sucres, acides aminés, sels de K, acides et sels organiques). Il y a là une antinomie qui ne laisse pas d'être embarrassante et fait transparaître l'insuffisance et la superficialité des explications purement physiques du métabolisme cellulaire. Les physiciens et les physiologistes se sont trop empressés de généraliser à tout type cellulaire les résultats obtenus soit avec les cellules végétales, véritables utricules parfaitement encloses d'une membrane souvent épaisse, soit avec les cellules libres du sang, les hématies, où l'Embryologie a reconnu des noyaux devenus libres et pourvus d'une adaptation très spéciale ; à part ces lueurs douteuses et si restreintes, nous sommes dans l'ignorance du mécanisme du métabolisme cellulaire. Il n'y a, du reste, aucune raison pour qu'il soit d'un type univoque et il est à présumer que là, comme ailleurs, une longue échelle d'intermédiaires, suivant la différenciation, s'étendra entre le type cellulaire où les échanges sont nuls ou presque, et celui où la majorité des substances formatives se renouvellent ou se détruisent à de fréquents intervalles.

* *

Telles sont les données positives qui nous ont paru dominer la notion de cellule en général et que toute synthèse biologique devra prendre garde de contrarier.

Nous ne pouvons suivre des yeux aucune cellule individuellement de sa naissance à sa mort ; nous ne connaissons que son origine aux dépens d'une moitié de cellule préexistante, sa mort par les diverses formes de dégénérescence, ou la cessation de son individualité par une bipartition semblable à celle qui l'a produite ; tout le reste est description pure ; et en comblant, par raisonnement analogique, les hiatus de l'observation, les histologistes nous proposent une biologie

1. Iscovesco a été amené à admettre que le globule rouge est complètement perméable à la plupart des albumines du sérum ; voici, à titre d'indication numérique, la constitution moléculaire qu'il attribue au sérum humain : si la molécule d'albumine pèse 6.000, le plasma doit renfermer, pour 560.000 mol. d'eau, 131 mol. d'albumine, dont 114 ont, par rapport à l'hématie, une pression osmotique nulle. Mais ce rôle régulateur serait exclusif aux solutions salines, lesquelles sont spéciales aux animaux, aux polyplastides mobiles ; il dépendrait même uniquement de la solution de NaCl. Et la complexité du problème s'accroît de ce fait que la spécificité chimique domine tout de même les échanges plasmatiques et l'osmose de la cellule vivante, puisque aucun autre sel ne peut à cet égard se substituer au sel marin, pas même le chlorure de lithium dont les molécules sont pourtant plus petites (Achard).

cellulaire où l'on sent percer la hantise zoomorphique, l'effort pour reconstituer un animalcule qui naît, grandit, se nourrit, digère, se reproduit, peut être malade et guérir, tout en s'employant de son mieux au bien commun, suivant sa fonction. Que d'incertitudes, que d'erreurs peut-être dans chacune de ces affirmations!

Le biologiste se trouve, d'une part, devant le fait énorme, fondamental, que Lamarck n'a pas connu et que Darwin n'a pas utilisé, de l'existence de la matière vivante sous la forme cellulaire, c'est-à-dire que la matière vivante, au lieu de se présenter d'une seule venue comme on croyait, avant la découverte de Dujardin, de Schleiden et Schwan, est essentiellement fragmentaire; et non pas uniformément fragmentaire, comme s'il s'agissait de cubes de mosaïque accolés, car ces fragments sont hétérogènes et constamment et uniformément hétérogènes; et si une certaine structure cellulaire peut être observée sur des lames minces de toute sorte de métaux coulés, sur le verre, la gélatine, le collodion, le caoutchouc (Osmond), *il ne s'agit jamais d'une structure « cellulo-nucléaire »*; *celle-ci est propre au monde vivant* et nul système biologique ne saurait éluder cette forme de morcellement substantiel.

Ce morcellement est-il un but ou un résultat? Ce n'est évidemment pas le but d'un constructeur doué d'une intelligence comme la nôtre et s'évertuant à composer les pièces d'une machine de son invention; car l'homme, pour ses appareils les plus robustes, les plus durables, les plus perfectionnés, recherche l'homogénéité de structure. Ce morcellement est donc un résultat. Il est reconnaissable dans les tissus des débris géologiques les plus anciens. Il a précédé la vie. Il en est une des conditions d'existence, puisqu'il nous fait remonter par la pensée jusqu'aux âges où la matière vivante n'existait qu'à l'état de fragments séparés les uns des autres, c'est-à-dire à l'état de Protozoaires.

Mais, pour s'en tenir aux polyplastides, le biologiste se trouve donc en présence de cette *dualité histologique fondamentale* qui est la cellule avec son noyau inclus — et d'autre part de cette *dualité biologique fondamentale* dans le monde vivant, qui est l'existence de deux types de caractères, les fixés et les non fixés.

Qui ne voit quelle fécondité explicative va résulter du décalque de celle-ci sur celle-là? Mais, pour accepter la légitimité de ce décalque, il convient de se permettre une échappée sur l'origine de la vie.

On a le choix parmi quelques hypothèses déjà connues. La plus vraisemblable, la plus conforme à la doctrine de l'Evolution et de la complication progressive des organismes, nous autorise à croire, après Naegeli, Erlsberg, Delage et nombre d'autres, que la substance vivante a commencé par des synthèses automatiques d'innombrables types de plasmas primordiaux, dont un petit nombre seulement ont persisté, se sont trouvés viables, se sont compliqués et accrus au cours des âges, suivant l'idée déjà ancienne de Danilewsky; il s'agissait donc, à l'origine, d'édifices moléculaires fragiles et précaires, non fixés ou mal fixés entre eux, de plasmas individuels appelés pour la plupart à se dissoudre, à se dissocier presque aussitôt formés; au point de vue plasmatique et biochimique, l'individualité a évidemment précédé la spécificité, et ce sont les Protozoaires, et spécialement les Protozoaires les plus inférieurs, qui restent les témoins, dans le monde vivant actuel, de ces synthèses plasmatiques primordiales.

D'une façon générale, chez les Protozoaires inférieurs, la flexibilité biologique et la variabilité morphologique sont beaucoup plus accentuées que chez les Infusoires ou les Diatomées par exemple et surtout que chez les Métazoaires; toute la Bactériologie est là pour en témoigner : les microbes modifient aisément leurs formes, leur mode d'association, leurs dimensions, leurs réactions colorantes suivant les milieux, d'une façon habituellement passagère, mais parfois définitive; et si on considère un type des plus petits, probablement des plus primitifs, à la limite de la visibilité, tel que le parasite de la péripneumonie bovine (Bordet, Borrel), on y remarque un incomparable polymorphisme; toutes les figures possibles s'y rencontrent : cocci, rosaces, haltères, fuseaux, étoiles, amibes, chapelets, filaments, bâtonnets, raquettes, témoignent que la forme spécifique, encore mal fixée, est en formation, en gestation, à l'état de devenir, ou encore, ce qui revient au même, que *les plasmas de variation l'emportent en pouvoir morphogène sur les plasmas de stabilisation*. Et il ne s'agit pas là d'un cas isolé, encore qu'il soit très accentué; car la description, dans le champ du microscope, d'un amas de levures quelconques, nous offrira des différences individuelles du même ordre, les éléments alternant depuis la sphère parfaite jusqu'au boudin, en passant par les divers types de l'ovale.

On peut, de cette inconstance de la morphologie des Protozoaires, donner deux explications : ou bien la forme spécifique y est, quoique multiple, aussi rigoureuse comme fixité que chez les Métazoaires; ou bien, ce qui est plus probable, ce polymorphisme extérieur n'est que le signe,

la traduction biologique, de l'extrême variété des plasmas constitutifs, c'est-à-dire de l'abondance ou de la prédominance des plasmas de variation (ou non fixés) sur les plasmas fixés ou spécifiques. L'analyse chimique même a confirmé cette variabilité en ce qui concerne les proportions respectives de C, H, O, N, S, et celle des cendres et des sels (Guilliermond); et cette variabilité serait rendue plus éclatante par comparaison, si on la rapportait à un poids de levure équivalent en importance à celui d'un métazoaire chez qui la proportion de ces éléments primordiaux offre, au contraire, une stabilité très remarquable.

Or il se trouve que la tentative présente de détermination de la proportion réciproque des deux plasmas chez les Protozoaires coïncide avec un débat qui dure encore, entre bactériologistes, sur la proportion relative du cytoplasme et de la substance nucléaire dans chacune de ces cellules isolées; les trois opinions possibles ont été également soutenues : Massart, A. Fischer décrivent les bactéries comme cellules sans noyau, Bütschli affirme que le microbe est tout noyau, et Weigert que noyau et cytoplasme y sont intimement confondus; et il existe, en fait, tous les intermédiaires entre un type comme « *Bacillus maximus buccalis* » avec son noyau spiralé nettement isolé, entre les trypanosomes à noyau médian en forme de ruban ondulant et la série sans cesse accrue des microbes à la limite de la visibilité où la distinction des deux substances est impossible.

Au point de vue de la constitution plasmatique, les Protozoaires seraient formés de plasmas non fixés divers, surabondants et mélangés à des plasmas fixés, lesquels sont en proportion insuffisante pour former une enveloppe complète vis-à-vis des premiers. De sorte que, si les Protozoaires restent toute leur existence à l'état d'isolement et d'indépendance, dans une situation de répulsion réciproque habituelle, c'est que *justement ils n'arrivent pas à se constituer une enveloppe corticale suffisamment pure de plasmas fixés, spécifiques et identiques d'un individu à l'autre pour que l'adhérence se produise et se maintienne.* — Ainsi se présente notre premier décalque des plasmas biologiques et des apparences mophologiques.

Au contraire, les tissus des Métazoaires, les colonies animales ont pu se constituer dès que la masse des plasmas fixés est devenue assez importante pour être toujours enveloppante, corticale, par rapport à celle des plasmas non fixés : *les cellules tendent à s'associer dès que leur similitude chimique, tout au moins par leurs faces en contact, est suffisante pour que l'association cellulaire soit permanente et stable.* On aboutit ainsi par gradations à ces tissus des animaux supérieurs dont la ténacité et la solidité s'expliquent par la continuité des cytoplasmes corrigeant la discontinuité des noyaux, au point que la réalité de la constitution fragmentaire a pu être mise en doute pour certains d'entre eux, par suite de l'importance des communications protoplasmiques que l'histologie décrit dans quelques tissus animaux et végétaux et qui sont pourtant des dispositifs secondaires.

Ainsi l'importance de la notion d'adhérence, de « fixation », saute aux yeux en Biologie, pour expliquer les formes des organismes.

Elle est d'abord d'ordre moléculaire — et c'est ainsi que les chimistes se figurent, sans les voir, les concaténations des radicaux destinées à satisfaire les valences libres, puis l'extension des « chaînes latérales », lesquelles, par grandes masses, aboutissent à nos plasmas fixés [1].

L'Histologie nous montre les adhérences intercellulaires et la fusion des cytoplasmes devenant d'autant plus rigoureuse et parfaite qu'il s'agit d'organes plus importants, de tissus durables; cette fusion, portée au plus haut degré dans le myocarde, est encore très notable dans les fibres musculaires striées ordinaires dont l'ensemble constitue la masse la plus importante du corps des animaux supérieurs; on la reconnaît encore sur les muscles lisses dans les ponts intercellulaires décrits par Heidenhain; enfin elle domine la physiologie du système nerveux, à quelque théorie qu'on se rallie, qu'on admette la continuité ou, au contraire, la contiguïté des prolongements et ramifications des cellules nerveuses; et c'est l'intrication de tous ces cytoplasmes qui, chez l'adulte sain, parachèvera chimiquement et stéréochimiquement le dispositif optimum des plasmas représentatifs de l'Espèce.

La légitimité de l'attribution au cytoplasme des plasmas fixés se renforce donc de plus en

1. Inutile d'insister à nouveau sur l'inépuisable variété de combinaison des polypeptides qui se déplacent, s'enchaînent, se substituent, se fixent, se défixent, et la ressemblance des albumines naturelles, puisque leurs éléments originaux, les acides aminés, n'atteignent pas une vingtaine. Ce qui est spécifique — zoologiquement parlant — est donc le nombre et le mode de fixation. Si un noyau albumineux, porteur de dix molécules de leucine, détache la dixième, la déplace, la supprime ou lui substitue une arginine, une histidine, et si cette modification se répète dans les albumines spécifiques d'un organisme, dans l'ovule, dans les liquides nourriciers, elle ne peut manquer, en se reproduisant par centaines de milliards d'exemplaires, d'imprimer une modification structurale à tous les plasmas vivants, une modification morphologique de tous les tissus, qui suffira à expliquer et déterminer des caractères nouveaux, non seulement spécifiques, mais génériques, et peut-être plus extensifs encore.

plus; mais, quand on dit cytoplasme, entendez : quelque part dans le cytoplasme; entendez une portion, peut-être assez minime, du cytoplasme des histologistes, une sorte de squelette moléculaire peut-être fibrillaire, peut-être spongieux, qui s'étend en tous sens jusqu'à la corticalité de l'élément, jusqu'à la membrane cellulaire, trame invisible mais solide, noyée dans une masse de substances de toute nature, albuminoïdes, phosphatides, lécithines, hydrates de carbone, sels, graisses, qui dominent dans la cellule adulte et fonctionnant, mais qui, biologiquement, sont circulantes, instables, non fixées, qui sont des plasmas individuels. La présence néanmoins du plasma spécifique correspond d'abord à la conservation d'un certain complexe moléculaire fixe comme nature et comme dispositif dans l'architecture générale de la cellule; et ensuite à la façon dont cette armature primitive oblige les substances qui ne lui sont pas incorporées biologiquement à s'agréger, à se placer, à se distribuer dans les mailles ou les lacunes disponibles sous l'œil de l'histologiste, impuissant évidemment à faire avec sécurité le départ des unes et des autres; *et cet arrangement, cette organisation — par la substance spécifique, de substances qui, elles, ne sont pas spécifiques — sont eux-mêmes spécifiques.* La cellule hépatique, par exemple, offre une proportion considérable de glycogène, pigments et acides biliaires, de graisses supportés par une trame protoplasmique imperceptible représentant, en volume, peut-être le vingtième de la masse totale : cette trame est la partie vraiment vivante, le reliquat spécifique à travers toute la série des cytodiérèses originelles; si on réussissait à l'isoler, elle témoignerait, chimiquement, qu'il s'agit bien d'une cellule hépatique d'homme et non de bœuf ou de chien, alors que les produits cités plus haut sont probablement identiques chez un grand nombre d'animaux voisins.

C'est la présence de cette armature plasmatique qui a réglé, à travers les lignées cellulaires successives, la morphogénèse des travées hépatiques et celle du foie tout entier, pour aboutir, par la totalisation de ses cellules, à la forme typique, spécifique, d'un foie d'homme et non d'un autre mammifère.

Le plasma spécifique est relativement abondant et assez pur dans la cellule jeune qui vient de se former et n'est pas encore encombrée de produits fonctionnels; mais, dans la plupart des cellules de l'adulte, il ne peut exister qu'à l'état dissimulé ou mélangé : mélangé de produits (albumines, lécithines) très semblables à lui-même et dont nous ne saurons de longtemps le distinguer; mais *mélangé aussi de produits définis qui ne sont pas sûrement spécifiques, mais fonctionnels, par conséquent individuels,* ainsi que l'a très bien vu Hallion, à qui revient l'idée de la distinction de la spécificité zoologique et de la spécificité fonctionnelle. Ainsi le plasma spécifique se cache, se dérobe dans la cellule conjonctive sous la graisse, la substance fibrillaire, les dépôts pigmentaires; dans l'ostéoblaste, la cellule cartilagineuse, sous une gangue surabondante d'osséine, de mucine, de sels calcaires; dans la thyroïdienne, sous le colloïde qu'on voit et qu'on colore et les iodothyrines qu'on isole au laboratoire; dans l'épithélium surrénal, sous la substance chromaffine qu'on voit et qu'on colore et l'adrénaline qu'on isole; dans l'épithélium stomacal, sous le pepsinogène; dans la cellule végétale adulte, il est encore plus raréfié, plus impondérable, plus débordé par l'abondance des chlorophylles, des amidons, des leucites, des sucres, des hydrates de carbone à tous degrés de polymérisation : il n'en subsiste qu'une trame légère dans la cloison cellulosique et quelques tractus réticulaires autour du noyau.

Existe-t-il quelque part un élément cellulaire où les plasmas fixés se présentent dans un état de pureté relative ? Les conclusions du précédent article nous ont fait prévoir, en effet, qu'une *division du travail entre les deux sexes,* très précise parce que très ancienne, et contemporaine de l'aurore des phylogénies des polyplastides, a réalisé en faveur d'un certain type cellullaire une différenciation plasmatique singulière, faisant de *l'ovule mûr de la femelle le dépositaire physiologique d'une abondante provision des plasmas de l'espèce;* les phases de l'ovogénèse et l'expulsion des globules polaires, si bien connues à présent, aboutissent non seulement à une épuration substantielle du contenu de cet ovule, mais à une accumulation quantitative de cette substance, telle que cette cellule est habituellement la plus volumineuse de tout l'organisme. On a déjà eu l'occasion de rapporter l'observation élégante de Phisalix, qui a vu les glandes cutanées du crapaud se vider de venin pour fournir à l'ovaire du matériel formateur des œufs, et comme indices isolables, témoins de cette circulation plasmatique, y a retrouvé les deux poisons caractéristiques de l'espèce.

Par une opération inverse et parallèle, les phases de la spermatogénèse aboutissent à un allégement progressif de l'élément mâle en cytoplasme, c'est-à-dire en plasmas fixés, pour ne lui laisser presque exclusivement que de la chromatine nucléaire; et dès lors son volume contraste non seulement avec celui de l'ovule, des

centaines, des milliers de fois plus gros, mais reste inférieur à celui de la moyenne des cellules somatiques. Le gamète mâle résulte d'une différenciation d'un autre sens, du reste pas absolument unique dans l'organisme, qui équivaut à une énucléation physiologique, chaque noyau restant vivant, mobile et individuellement autonome; et si, par exclusion, par une sorte de symétrie compensatrice propre à cette antique manifestation de la division du travail dont on parlait tout à l'heure, le spermatozoïde, noyau presque nu, reste *le véhicule principal ou exclusif des plasmas non fixés*, il doit, pour remplir son rôle, parmi toutes les différenciations si variées des cellules du corps, acquérir cette autre différenciation singulière et qui lui est propre, *qui consiste à n'être pas fixé à l'ensemble du soma, qui consiste à pouvoir s'en défixer, s'en détacher tout en restant vivant.* Il nous apparaît donc, dans les types vivants très évolués, comme le parfait antipode de l'ovule, aussi bien au point de vue histologique qu'au point de vue plasmatique, c'est-à-dire biologique.

Toutes les autres cellules somatiques vont donc osciller, au point de vue constitutif, entre ces deux types-là : aucune, pas même les blastomères les plus jeunes, n'étant aussi riche que l'ovule en plasmas fixés; aucune, peut-être, n'étant, à l'état de vie, aussi allégée que le spermatozoïde des mêmes plasmas. Mais si, pour construire un organisme, nous ne voulons faire état d'aucune prédestination ou affectation particulière en fait de cellule ou de tissu; si nous voulons nous contenter d'en essayer la reconstitution avec de simples variantes de la cellule type et non en invoquant des dispositifs exceptionnels, alors cette homologation de ce noyau dénudé qui fait un spermatozoïde va permettre une généralisation à toutes les cellules du corps, et nous confirmer dans cette opinion que *notre décalque est légitime entre le noyau cellulaire d'une part, et le groupe des plasmas non fixés d'autre part;* et cette attribution fondamentale est exactement complémentaire, pour la compréhension des détails de la morphogénèse, de celle qu'on a réservée aux cytoplasmes cellulaires.

Considérons donc ce noyau à l'état statique, car la mitose mérite une étude à part, et admettons que le peloton chromatique au repos est le support de ceux des plasmas de variation qui se fixent entre eux pendant la vie de l'individu en dehors des crises cytodiérétiques; il est un peu mieux dégagé que le cytoplasme des détails cellulaires accessoires, moins noyé que le passif et inerte plasma spécifique dans la masse des produits fonctionnels des plasmas individuels; mais ces plasmas nucléaires sont constamment sollicités à des mutations moléculaires par l'afflux des plasmas nourriciers dont quelques-uns sont en quelque sorte obsédants et en mesure de s'intercaler de suite dans ces enchaînements moléculaires d'inégale ancienneté, à demi fixés, fluctuants et mutants, qui sont les bases matérielles des caractères raciaux et parentaux... Peut-être les centrosomes et leurs équivalents histologiques qui mettent en branle tout l'appareil cinétique cellulaire, correspondent-ils précisément aux points d'accrochage, d'insertion des plasmas strictement individuels, à l'extrémité de cette chaîne plasmatique ancestrale? Et peut-être sont-ils les plus actifs parce qu'ils sont les plus actuels?

Quoi qu'il en soit, ce qui caractérise les noyaux, c'est qu'ils sont défixés les uns par rapport aux autres, qu'ils sont isolés, qu'ils ne sont pas miscibles au cytoplasme; sans qu'il y ait entre eux antinomie fonctionnelle fondamentale, chimique ou physique, il y a pourtant certaines « prédilections » vis-à-vis de la substance chromatique qu'on ne peut passer sous silence : le noyau est partout plus riche en phosphore, et non seulement en phosphore, mais en fer, en arsenic, en iode. Est-ce à dire qu'il constitue un organe « de réserve », une sorte de magasin central des métalloïdes, intentionnellement approvisionné? Comment interpréter cette différence qu'on ne peut éluder, car elle se manifeste dans tous les types organiques?

Il faut considérer le noyau comme le *centre de ralliement des plasmas non fixés, mais éventuellement fixables :* c'est un rôle biologique antique comme la vie; et si la théorie présente se doit d'étudier à son heure comment la matière vivante a été amenée à tel choix moléculaire plutôt que tel autre, dès à présent nous concevons que les protéines primitives, les plus anciennes, communes aux deux règnes, celles dont les fragments exclusifs nourrissent aussi bien les chiens d'Abderhalden que les *Aspergillus* de Czapek ou les microbes de Galimard, soient médiocrement minéralisées, pauvrement phosphorées et restent dans les cytoplasmes; mais d'autres qui entreront peut-être ou n'entreront jamais dans les plasmas fixés — mais qui sont à portée et pour ainsi dire à pied d'œuvre, depuis des siècles et des siècles, — celles-là, entre autres, restent dans la masse nucléaire; *par opposition aux sédimentations immuables qui les entourent*, dans les plasmas nucléaires, au contraire, ce qui s'agite, se mélange, se déplace, se substitue, se fixe, se défixe, toujours à l'occasion de la crise cytodiérétique, *c'est à la fois du passé récent, du présent, du futur, du conditionnel.*

D'une façon générale, il est donc cohérent que ce rôle qu'on attribue ici au noyau soit en rapport avec la présence d'un matériel plus riche et plus diversifié; et, dans ce sens, le noyau est, si l'on veut, par rapport aux plasmas anciens, un réservoir de possibilités moléculaires qualitatives et quantitatives.

***

On pense avoir suffisamment établi la distinction, pour l'ensemble plasmatique de la cellule, de ce qui est matériel héréditaire et de ce qui est substances individuelles. L'esprit de système pourrait se contenter d'admettre uniquement des substances individuelles arrangées, modelées par ces nisus mystérieux, la forme seule restant spécifique. On tomberait alors dans l'exagération de tous ceux qui ont espéré et essayé de reproduire de la substance vivante, au moyen de sels métalliques ou de solutions colloïdales (Herrera, Benedikt, Leduc). Mais il y a plus que cela; il n'y a pas seulement que le mode de mouvement qui est spécifique, il y a aussi une fraction du matériel plasmatique, une portion de la cellule; certes, la matière effectivement transmise par la fécondation est tellement diluée qu'il n'en reste rien de pondérable dans les tissus adultes; mais la nutrition, la digestion, l'« assimilation » pourvoient à la réfection du matériel plastique, *identique pour une certaine proportion.* L'existence de ce bloc une fois assurée, il ne s'ensuit pas moins une certaine indépendance qualitative et quantitative pour d'autres plasmas, qui sont toutefois régis, mis en place par l'action préalable des plasmas fixés ou ancestraux au sens de Weismann; ainsi se conçoit la dualité plasmatique de la cellule vivante à l'état statique.

Mais, à l'état dynamique, quand la sollicitation des molécules nouvelles surabondantes se fait sentir, quand ces plasmas plus ou moins assimilés réclament leur place dans l'ensemble, quand se déclanche cette crise néoformative qui entraîne le dédoublement de l'énergide entière, alors, le bloc des plasmas ancestraux, jusque-là stable et cohérent, se scinde en deux groupes momentanément défixés l'un par rapport à l'autre : toute l'architecture moléculaire et molaire de la cellule est remise en question; et jusqu'à la reconstitution des deux édifices nouveaux, ce n'est plus une dualité, mais une trinité plasmatique qui se dégage; mais ce n'est plus la trinité originelle de l'œuf fécondé, car il s'agit ici du plasma spécifique fixé, d'une part — mélangé de plasmas fonctionnels ou individuels, jamais fixés — le tout entraîné par les deux groupes des plasmas défixés des nouveaux noyaux.

***

Ainsi nous apparaît la cellule en général : ce n'est pas un animalcule jouant à son heure un rôle défini dans l'ensemble, à la façon de quelque fonctionnaire microscopique, zélé et consciencieux; c'est la forme parcellaire obligatoire de toute matière vivante, agrégeant des plasmas d'inégale valeur biologique en un microcosme moléculaire probablement assez compliqué. Et la vie cellulaire collective qui va constituer l'organisme d'un Vertébré supérieur bien adapté n'est que la résultante, équilibrée pour un temps, de ces potentiels plasmatiques parcellaires, infimes et dissemblables, parmi lesquels tous les degrés s'observent entre les éléments inégalement hiérarchisés, où se mêlent les coordinateurs, les laborieux, les résistants, les sacrifiés et les parasites, les vigoureux et les malades, les robustes et les fragiles, les fixés et les migrateurs, les infatigables et les mous, les utilisables et les utilisés, les utilisables et inutilisés, les inutilisables...

N'est-ce pas d'un pareil mélange d'éléments humains et en proportions très analogues qu'est faite l'harmonie, la durée et la force des cités humaines les plus civilisées?

Dr Louis Legrand,
Lauréat de l'Académie de Médecine.

LA PRÉVISION DES HOULES SUR LA COTE DU MAROC

Parmi les nombreux services que peut rendre la Météorologie, il en est un particulier aux côtes atlantiques du Maroc. Chacun sait que la côte marocaine est très fréquemment battue par de fortes houles, houles qui peuvent devenir très violentes et occasionner des dommages dans les ports. Il suffit de rappeler à ce sujet le raz de marée du 8 janvier 1913 à Casablanca, qui provoquait la perte de 4 voiliers, 3 remorqueurs, 9 barcasses, — tandis que 13 autres barcasses étaient avariées.

Or, ces fortes houles venant du SW au NW, et qui se font particulièrement sentir pendant la période d'hiver (octobre à mai), surviennent

inopinément. Rien dans les conditions météorologiques locales ne peut prévenir de leur arrivée.

Il est tout naturel que le danger qu'elles présentent pour la navigation côtière et les opérations dans les ports ait inquiété les navigateurs.

Nos marins étaient les premiers à souffrir de cet état de choses et, en mai 1913, le capitaine de vaisseau Simon, chef de la division navale du Maroc, signalait en haut lieu les dangers dus à ces houles et demandait une étude de la question en vue, si possible, de leur prévision.

M. le capitaine de frégate Roullin, chef de la Section de Météorologie nautique de la Marine, fit un travail fort documenté sur la question. Il admet que cette houle peut se produire par suite d'une profonde dépression ayant passé peu auparavant sur l'Atlantique Nord, les houles produites par cette dépression se propageant plus ou moins rapidement jusqu'aux côtes du Maroc.

Fin 1913, M. le lieutenant de vaisseau Lacroix reprend et vérifie les conclusions édictées par le commandant Roullin; il cherché à les compléter en étudiant une année d'observations du Bureau Central Météorologique en comparaison avec les observations faites dans les ports sur les états de la barre à Méhédiyah et Rabat, les états de la mer à Casablanca et Mogador.

***

Nous avons été amené récemment à reprendre l'étude de la prévision des houles du Maroc en nous servant des quatre années d'observations météorologiques (1915-16-17-18) recueillies à Casablanca à bord des bâtiments de servitude. Nous les avons étudiées en comparaison avec les bulletins du B. C. M. et du Meteorological Office. Le résumé ci-après donne un aperçu général des points les plus saillants de cette étude.

En principe, la théorie de propagation des houles, indiquée d'abord par le Commandant Roullin, puis reprise par le lieutenant de vaisseau Lacroix, s'est trouvée confirmée.

La houle produite sur la côte du Maroc est la conséquence, dans la plupart des cas, de dépressions passant sur l'Océan entre les Açores et le SW de l'Islande, dépressions qui, dans l'état actuel des observations météorologiques, nous sont connues soit en approchant de l'Islande, soit en se dirigeant vers l'Irlande, soit en arrivant vers la France et le Portugal, ces dernières beaucoup plus rares et ne semblant jamais donner une mer grosse à Casablanca.

C'est plus rarement encore qu'une dépression descendant du nord (passant entre Islande et Norvège) puisse produire de la houle à Casablanca; il faut pour cela que, soit cette dépression, soit un centre secondaire, arrive vers le golfe de Gascogne et la Corogne, ou sur la péninsule Ibérique : là encore, la houle ne sera jamais très forte à Casablanca.

La vitesse de la houle peut varier dans de grandes proportions. Une dépression arrivant au large de l'Islande se trouve à 1.600 milles environ de la côte marocaine.

La houle se formera dans une région indéterminée entre l'Islande et le sud du Groënland. En admettant que sa vitesse de propagation soit voisine de 15 à 20 nœuds à l'heure, elle mettra 3 à 5 jours à parvenir sur la côte du Maroc. Or, bien avant ce délai, la dépression, ayant presque toujours une trajectoire W-E, sera signalée soit vers l'Islande, soit vers l'Irlande. La présence de cette dépression sera donc connue 2 à 4 jours avant que la houle n'arrive au Maroc, temps largement suffisant pour la prédire et prendre les précautions nécessaires.

Il est évident que, plus la dépression sera sud, moins la houle mettra de temps à se propager jusqu'au Maroc; mais, d'après de nombreuses observations, une dépression signalée au large de l'Irlande donne encore un délai d'environ 48 heures avant l'arrivée de la houle à Casablanca.

Lorsqu'une dépression se dirige des Açores vers le continent, par la marche de cette dépression, sa vitesse présumée, on est le plus souvent prévenu 24 heures à l'avance.

Il peut se faire que des dépressions profondes, à marche normale, paraissant devoir donner de la houle à Casablanca, produisent peu ou pas d'effet dans ce port. Chaque fois que ce cas se produit, et il est fréquent non seulement en été mais encore en hiver, nous avons constaté qu'un anticyclone régnait sur la région comprise entre les Açores et le Continent, ou bien sur la zone Açores-Espagne-Portugal-golfe de Gascogne, ou encore Iles Britanniques et Océan au large de l'Angleterre. Cet anticyclone semble agir comme écran s'interposant entre la dépression et les régions méridionales, arrêtant ou diminuant dans de notables proportions la propagation, la vitesse et l'ampleur de la houle.

Il est de même toute une série de dépressions qui ne produisent aucune houle à Casablanca : celles qui passent au nord de l'Islande.

Les observations de Madère et des Canaries ne sont en général d'aucun secours pour la prédiction des houles. Elles ne pourraient être utiles que dans les cas fort rares de dépressions

situées dans la région Sud Açores-Nord Canaries-côte d'Afrique. En principe, elles ne doivent pas être mises à l'écart.

De même il ne faut pas attacher trop d'importance pour la prévision, dans le cas de dépressions arrivant vers l'Islande ou l'Irlande, aux observations de stations telles que la Corogne, Lisbonne, Porto, San Fernando. L'état de la mer, notamment, ne paraît pas toujours très exact.

En outre, le vent et la prédominance du vent dans ces stations ne semblent pas souvent donner des renseignements qui puissent être de quelque utilité. On trouve fréquemment des périodes de vents du nord sur la côte du Portugal, vents locaux qui n'amènent aucun trouble sur la côte du Maroc. Inversement, tandis qu'une houle plus ou moins forte de NW se fait sentir à Casablanca, les stations de Porto et Lisbonne signalent fréquemment une succession de vents des régions S et SW.

Enfin, nous avons toujours constaté qu'une dépression normale, qui peut être une forte dépression, profonde, à gradient élevé, venant de l'ouest de la région Islande-Irlande et qui, aucun anticyclone ne s'interposant entre elle et la côte Marocaine, devrait donner une forte houle à Casablanca, *produit peu ou pas d'effet lorsqu'elle a une vitesse de propagation rapide.*

***

Nous avons réparti les 210 dépressions étudiées de 1915 à 1918 en 4 groupes :

I. Le groupe 1, de beaucoup le plus important, comprend les dépressions atterrissant de l'Islande à l'Irlande et venant de la région de l'Océan située au nord des Açores.

II. Le groupe 2 comprend les dépressions se formant dans la région des Açores et ayant une trajectoire dirigée vers l'Est.

III. Le groupe 3 renferme les dépressions passant au nord de l'Islande, cas fréquent lorsqu'un anticyclone recouvre l'Europe occidentale.

IV. Le groupe 4 comprend les dépressions ayant une trajectoire plus ou moins N-S, descendant entre l'Islande et la Norvège pour venir soit vers les Iles Britanniques, soit vers la Norvège, soit vers l'Europe centrale, soit sur la Méditerranée.

En rapportant les 210 dépressions étudiées aux quatre types ci-dessus, nous avons constaté que :

130 dépressions,	soit	62/100	se rapportent au groupe	1
31	»	15/100	»	2
36	»	17/100	»	3
13	»	6/100	»	4

Ce sont les houles produites par les dépressions des types 1 et 2 qui sont de beaucoup les plus fréquentes à Casablanca, puisque sur 161 dépressions appartenant à ces deux groupes, 116 ont donné des houles plus ou moins fortes, tandis que 45 ne produisaient aucun effet pour les raisons indiquées précédemment (anticyclone interposé entre dépression et région du Maroc, dépressions qui se sont creusées trop dans l'Est, dépressions faibles ou très faibles à gradient réduit et vent modéré ne soulevant pas de houle, dépressions plus ou moins profondes à déplacement très rapide).

Sur 49 dépressions appartenant aux groupes 3 et 4, quatre seulement ont donné de la houle, houle en général assez faible.

Enfin, pour être tout à fait exact, nous devons ajouter que six cas de mer houleuse à Casablanca n'ont pu être expliqués par le passage de dépressions dans le Nord.

***

Nous pouvons résumer sous forme de lois les observations précédentes et dire :

I. — *La houle produite à Casablanca est la conséquence :*

1° Dans la plupart des cas, de dépressions passant sur l'Océan entre les Açores et l'Islande, dépressions qui, dans l'état actuel de nos connaissances, nous sont signalées à leur arrivée vers l'Islande ou l'Irlande. La houle sera d'autant plus forte que la dépression sera plus profonde et plus étendue et que les conditions de la zone interposée entre elle et le Maroc favoriseront son développement et sa propagation (vents de NW ou calme). La houle, suivant l'emplacement de la dépression, mettra de 2 à 5 jours à parvenir au Maroc;

2° Moins fréquemment de dépressions se dirigeant des Açores vers le Portugal, le golfe de Gascogne ou le sud de l'Irlande. La mer, pour ces dépressions, sera rarement grosse à Casablanca. La houle mettra de 24 à 48 heures à parvenir au Maroc ;

3° Exceptionnellement de centres le plus souvent secondaires provenant de dépressions venant du Nord (entre Islande et Norvège), centres qui arrivent soit vers le golfe de Gascogne, soit vers le sud de l'Espagne et le nord du Maroc (ces derniers provenant de dépressions sur la Méditerranée).

II. — *La houle est plus ou moins atténuée ou fait défaut à Casablanca :*

1° Quand un anticyclone s'interpose entre le Maroc et la dépression, notamment lorsque l'anticyclone s'étale sur la région Açores-Portugal;

2° Lorsque les dépressions passent au nord de l'Islande;

3° Dans la plupart des cas lorsque les dépressions descendent sur l'Europe en passant entre Islande et Norvège;

4° Lorsque les dépressions, même profondes et à vents forts, se déplacent rapidement vers l'Est.

***

Il reste à examiner comment prévenir Casablanca d'une arrivée probable de houle.

Cette prévision peut se faire soit directement au Maroc d'après la réception des observations météorologiques européennes envoyées journellement par la tour Eiffel, et la comparaison de celles-ci avec les observations des jours précédents; — ou bien, s'il y a échange quotidien d'observations entre Paris et Casablanca, Paris peut adresser directement à ce port la prévision relative à la houle.

Il est probable que, par la suite, des documents plus nombreux permettront de compléter cette étude, qui n'a pas la prétention d'être définitive. Mais, dès maintenant, il est permis d'affirmer que la plus grande partie des houles qui se font sentir à Casablanca peuvent être prédites, prédiction qui permettra d'empêcher le renouvellement de catastrophes comme celle du 8 janvier 1913.

Louis Gain,
Docteur ès Sciences.

REVUE D'AGRONOMIE

DEUXIÈME PARTIE[1]

5. *La potasse.* — Il peut être intéressant d'insister sur la situation nouvelle, heureusement modifiée, de notre Agriculture vis-à-vis de cette matière fertilisante, par suite de l'existence en Alsace de gisements de potasse d'une très grande richesse.

Avant la guerre, la production des sels de potasse était assurée, pour la plus grande partie, par l'Allemagne au moyen de ses gisements célèbres de Stassfurt et, en ces dernières années, de la Haute-Alsace dont la production était intentionnellement restreinte. En 1913, la production de l'Allemagne en sels bruts était évaluée à 11.607.510 tonnes, dont 3.567.423 servaient à la fabrication des engrais. Plus de la moitié de la consommation totale du monde était assurée par l'Allemagne qui, à elle seule, en consommait plus que tout le reste du monde, soit 536.102 t. contre 467.810 t. Sa consommation à l'hectare de terre cultivable s'élevait à 15 kg. 293 (19 kg. 428 en 1916), tandis que pour la France elle était seulement de 0 kg. 899. Faut-il s'étonner après cela que nos rendements à l'ha. soient de 13 quintaux pour le blé, 85 q. pour la pomme de terre, alors qu'ils atteignent en Allemagne respectivement 21 et 137 q. !

Le reste de la consommation mondiale était assuré par le salpêtre (nitrate de potasse) des Indes et par d'autres engrais potassiques fabriqués dans divers pays avec les Algues marines, les vinasses de distillerie, etc.

La suppression des exportations allemandes a amené la pénurie de cet engrais dans le monde, d'où une hausse de prix atteignant jusqu'à 251 fr. le quintal (janv. 1916) au lieu de 22 fr. le quintal (janvier 1914), sur le marché de New-York.

Aussi a-t-on cherché de tous côtés à développer la production des sources de potasse connues avant guerre et à en créer de nouvelles. C'est cette question qu'a passé en revue M. L. Brunet dans un article très documenté de cette *Revue* (30 mars 1918, pp. 175-185); nous y renvoyons le lecteur.

Aujourd'hui, la situation est toute différente grâce à l'appoint des gisements d'Alsace dont il convient de signaler l'importance.

En 1904, un sondeur alsacien, Vogt, recherchant la houille ou le pétrole dans la forêt de Wittelsheim, au nord de Mulhouse, y découvrit un magnifique gisement de potasse d'une pureté bien supérieure à celle de la potasse de Stassfurt. En 1906, Vogt avait effectué 42 sondages.

Le Syndicat de Stassfurt ne tarda pas à mettre la main sur des mines constituant une aussi dangereuse menace de concurrence. Les Allemands poussèrent les sondages et constatèrent que le gisement alsacien se prolongeait même au delà du Rhin, sur la rive droite de ce fleuve.

En 1914, 4 groupes se répartissaient le gisement : 3 allemands et 1 franco-alsacien. Sur les 200 km. carrés repérés, les Allemands détenaient 18.000 ha. et les Français 6.000. Les Allemands avaient dans l'affaire 42 millions de capitaux, les Franco-Alsaciens, 40 millions, et le Gouvernement d'Alsace-Lorraine, 7 millions et demi.

1. Voir la première partie dans la *Rev. gén. des Sciences* du 30 juin 1919, p. 370 et suiv.

Les seules concessions allemandes étaient exploitées et produisaient, en 1913, seulement 200.000 q. contre les douze millions de Stassfurt.

M. Fernand Engerand, député du Calvados, à qui nous empruntons une partie des détails précédents, conclut : « Le gisement potassique d'Alsace nous revient donc intact ; on n'est assurément pas au-dessous de la vérité en l'évaluant à plus de 50 milliards. Les puits foncés étaient presque tous, au moment de la guerre, en état d'exploitation, et, étant donnée la pureté du produit, ils eussent pu arriver, en 1917, presque au chiffre de la production de l'Allemagne centrale, qui dépassait de beaucoup celui de toute la consommation française. »

Des mesures ont été prises, dès le début de 1919, pour que fussent fournies à l'agriculture française, sans formalités administratives, toutes les quantités d'engrais de potasse d'Alsace dont elle aurait besoin. Un avis du *Journal officiel* du 5 janvier 1919 fait connaître les conditions de livraison et de prix qui sont inférieures à celles d'avant-guerre. Déjà, dans les premiers mois de 1919, il arrivait de 3 à 6.000 tonnes par semaine de potasse d'Alsace.

Le large emploi de ce précieux engrais, que nous utilisions si peu jusqu'ici, doit véritablement ouvrir une ère nouvelle pour la prospérité de notre agriculture.

§ 3. — Les corps radioactifs et la végétation

On sait aujourd'hui que les atomes renferment une source d'énergie qu'ils dépensent au hasard en se désintégrant spontanément et périodiquement. Cette radioactivité constitue une immense réserve, un « stock » d'énergie intra-atomique qui se disperse. Or, la vie exige pour ses manifestations et les déclanchements qu'elle opère, de l'énergie ; on peut donc se demander si le phénomène de radioactivité ne pourrait pas en être une des sources. L'expérience a déjà démontré qu'il en est bien ainsi : une graine, par exemple, peut se laisser pénétrer et utiliser cette émanation au profit de sa germination ; la plante plus développée, au profit de sa végétation. D'autres fois cette énergie peut exercer une action défavorable sur certains organismes, propriété que nous pouvons utiliser s'il s'agit de parasites, par exemple.

L'observation pure vient, à elle seule, appuyer l'opinion *a priori* que l'on pouvait avoir de l'efficacité de ces radiations : l'eau de Saint-Joachimsthal, en Bohême, où abonde la pechblende (oxyde d'uranium), permet une germination plus rapide et un développement plus grand des plantes qu'une eau où cet élément fait défaut et dont la minéralisation est égale. Les boues radioactives, provenant des résidus d'extraction du radium, jouissent de propriétés semblables.

On sait aussi que les éléments radioactifs sont doués d'un pouvoir indirect sur les phénomènes diastasiques qui peut déjà faire prévoir leur rôle actif sur la germination en particulier, ainsi que sur la végétation.

Ce sont ces inductions qui ont provoqué l'expérimentation en vue d'obtenir des données plus précises et pratiques. Nous ne reviendrons pas sur les recherches datant de plusieurs années, telles que celles de D. Berthelot, les premières en date, de Berthault et Brétignière, Crochetelle, Marcel Vacher, Petit et Ancelin, Viaud-Bruant, Foulkes, etc. : elles ont été rapportées dans la « Revue d'Agronomie » de M. D. Zolla[1] ; nous ferons seulement état de travaux plus récents.

Des études ont été faites en vue de déterminer les éléments radioactifs dans un sol normal. C'est ainsi que Sanderson[2] a institué une méthode pour évaluer la quantité de radium dans ces conditions, ainsi que la radioactivité. Il a constaté que, sans exception, les sols très fertiles étaient plus riches que les sols peu fertiles en émanations de radium et de thorium. Les expériences ont été faites avec 13 terrains typiques du Minnesota.

Sutton[3] constate que des terres radioactives mélangées à un sol déterminé accélèrent la germination du colza ; mais les terres, mises dans des bouteilles que l'on enfonce dans le sol, après avoir produit jusqu'au 11e jour un effet sur le développement qui le rend supérieur aux témoins, entraînent, après 17 jours, un dépérissement, et le contraste va s'accentuant par la suite. Ces rayons ainsi arrêtés par un obstacle sont les rayons gamma, suivant la notation de Rutherford. Ils paraissent donc avoir un effet nettement défavorable ou inhibitoire sur le développement des plantes.

Agulhon et Robert ont repris les expériences des auteurs antérieurs et donnent les résultats de trois séries d'expériences[4] :

I. *Avec le radium en tube scellé :* Les résultats sont de même ordre que ceux de Sutton dont nous venons de parler. Avec le pois, ils démontrent nettement l'influence empêchante des radiations susceptibles de traverser le verre.

II. *Avec le radium en solution :* Il ne se manifeste pas d'action nette. De très faibles doses de radium en solution (de 2×10^{-7} à 10×10^{-7} gr. par litre) sont inactives.

1. *Rev. gén. des Sc.*, 1913, p. 732.
2. *American Journal of Science*, vol. XXXIX, pp. 391-397 ; 1915.
3. *The Gardener Chronicle*, vol. LVII, 1915.
4. *Ann. de l'I. Pasteur*, t. XXIX, p. 261-273 ; 1915.

III. *Avec le radium en ampoule non scellée :* Les expériences ont été faites avec des pois, soja, froment et lupin blanc. Le résultat a été partout le même : une activation considérable de la croissance par l'effet de l'émanation du radium. Des recherches de contrôle excluent une action secondaire de l'ozone qui serait éventuellement produit par les émanations.

L'auteur conclut que la radioactivité permanente du sol n'est pas sans jouer un rôle dans la vie végétale, mais il est nécessaire de mesurer exactement la quantité d'émanation favorable et d'en étendre l'étude, si possible, à la croissance complète de la plante dans les milieux naturels et artificiels; il faudra aussi essayer de délimiter la part des différentes émanations et continuer l'étude de leur influence sur les caractères des tissus.

Nous ajouterons qu'il faudrait parallèlement étudier leur influence sur la flore microbienne du sol, qui peut être elle-même influencée et exercer une action secondaire sur le développement des plantes mises en observation.

A côté de ces études théoriques, des essais pratiques ont été faits au moyen d'engrais radioactifs en pleins champs ou dans des jardins. Ces expériences ont été conduites en Amérique avec des engrais préparés par la *Standard Chemical Company* de Pittsburg.

Hopkins et Sachs[1] emploient l'engrais sous forme de solution de chlorure de baryum radifère et de sulfate de baryum radifère solide. L'application se fait à la dose de 0,025 mg. de radium à 100 fois cette quantité par hectare. Les plantes cultivées furent : une année le maïs, une année le soja. Il n'y eut jamais augmentation de rendement. Le prix est d'autre part élevé et les auteurs concluent que, dans les conditions économiques actuelles, une dépense formidable à l'hectare serait effectuée sans avantage.

Ultérieurement, Rusby[2] est arrivé à des conclusions bien différentes à tous points de vue. L'engrais employé, provenant également de Pittsburg, était sous la forme de résidus finement pulvérisés de minerais radifères après extraction du radium. Ils comportaient de 2 à 3 mg. de radium par tonne.

Une première série d'expériences fut faite avec des radis semés en caisse. La poudre était appliquée à raison de 11,16 gr. par m², entre deux lignes de radis écartées de 10 cm. Les radis traités furent immédiatement très différents de ceux qui ne l'étaient pas : le poids des parties vertes était réduit de 17 %, mais celui des racines avait augmenté de 20 %. Par conséquent, sous l'influence de la radiation, l'assimilation requiert une moindre surface de feuilles vertes.

Une deuxième expérience, faite avec des choux et des tomates, permettait de constater que la germination a lieu 1 à 2 jours plus tôt.

Une troisième série d'expériences fut effectuée dans un jardin avec des navets, carottes, tomates, pastèques, céleris, oignons, graminées fourragères, etc. Presque toutes les plantes donnèrent une augmentation de rendement dont le maximum atteignait 129 %.

L'effet de la radiation se traduit surtout par le développement du système radiculaire, qui est d'autant plus accéléré que les caractères spécifiques comportent un contact plus grand avec le sol. C'est ainsi que des variétés de navets à racine de forme allongée donnent une augmentation proportionnelle du poids des racines plus grande que celle d'une variété à forme courte et globuleuse. Quant à la tige, son développement peut être retardé.

L'effet sur la résistance à la maladie est favorable ou défavorable suivant la nature spécifique de l'hôte infesté. Quant au coût de l'opération, il est inférieur à la plus-value obtenue dès la première année et l'effet favorable se maintient dans les cultures successives.

IV. — La Plante. Les méthodes de sélection appliquées aux céréales de semences

L'importance de cette question, une des plus à l'ordre du jour de l'Agronomie contemporaine, nous a obligé de la traiter à part dans un article récent de la *Revue* (n° du 15 février 1919, pp. 79-88, et n° du 28 fév., pp. 108-114).

Nous rappelons aussi la mise au point si intéressante de la question du « Blé et sa culture en France », parue dans la *Revue* (n° du 31 déc. 1918, pp. 694-716), par MM. J. de Vilmorin et A. Meunissier.

V. — L'Animal. — Données nouvelles relatives a l'alimentation

Au cours de ces dernières années, nos idées sur la nutrition ont subi une évolution qui est presque une révolution.

A la suite de découvertes de faits nouveaux, qui honorent particulièrement l'Ecole américaine, on a dû reconnaître que certains principes trop simples sur lesquels on se fondait pour établir les régimes alimentaires étaient faux à force d'être incomplets et conduisaient à des pratiques défectueuses. Bien des maladies inexpliquées il

1. *Science*, vol. XLI, pp. 732-735 ; mai 1915.
2. *Journal of the New York botanical Garden*, vol. XVI, pp. 1-23, pl. CXLII ; 1915.

y a peu de temps apparaissent aujourd'hui, à la lumière de ces découvertes, d'une étiologie plus claire et d'une curabilité possible.

L'alimentation du bétail, sa pathologie, doivent recevoir un profit considérable des faits nouveaux mis en évidence. Aussi, croyons-nous devoir insister un peu sur ces progrès que nous n'hésitons à considérer comme les plus notables dont se soient enrichies les sciences biologiques appliquées dans ces dernières années.

Toutefois, l'étendue et la complexité de la question ne nous permettent d'en donner qu'une simple esquisse.

1. *Les idées anciennes.* — Il s'agit d'une ancienneté bien relative, puisque ces idées règnent encore généralement, les idées nouvelles entrant à peine dans le domaine classique et dans celui des applications. C'est seulement depuis une huitaine d'années qu'elles commencent à se faire jour.

On enseignait que le développement et la vie d'un animal sont assurés si on lui procure, en quantité suffisante : l'eau, des sels minéraux, de l'azote et des rations calculées pour subvenir à ses besoins énergétiques et calorifiques. Peu importait sous quelle forme chacune de ces catégories était administrée, les besoins étant, pensait-on, simplement quantitatifs. Le problème alimentaire se ramenait à un calcul de calories; des substances capables de donner un même nombre de calories étaient interchangeables. De même, il importait peu sous quelle forme était apportée l'azote; les différentes albumines animales ou même végétales pouvaient également satisfaire aux besoins de l'édification plastique de l'organisme. Si cette notion d'équivalence ou d'interchangeabilité est vraie en ce qui concerne beaucoup de matières hydrocarbonées (certains sucres, etc., mais non les graisses), elle est fausse pour les matières albuminoïdes. On les considérait, dans la pratique, comme un groupe homogène, et cependant, depuis longtemps déjà, les chimistes nous ont appris que les albumines donnent par l'hydrolyse, soit *in vitro*, soit au cours des digestions naturelles, des produits de dégradation qui peuvent être différents suivant leur origine; ces albumines d'origine sont donc elles-mêmes différentes.

Il en résultait dans la pratique des errements fâcheux : régimes diététiques mal composés entraînant le retard ou l'arrêt de développement des jeunes, régimes trop uniformes auxquels manquaient certains éléments secondaires, mais nécessaires pour l'entretien, produisant parfois des maladies graves encore qu'ils fussent institués souvent dans un but thérapeutique. La procréation, l'élevage de la progéniture pouvaient eux-mêmes subir le contre-coup de ces fautes d'alimentation.

De nombreuses maladies, au sujet desquelles les pathologistes exerçaient en vain leur sagacité, n'ont d'autres causes que le manque dans le régime d'éléments méconnus hier encore et dont la connaissance donne aujourd'hui l'explication en même temps que les moyens curatifs. Telles sont : le béribéri, maladie des pays riziphages, et diverses polynévrites des animaux, le scorbut vrai ou « des navigateurs » et le scorbut infantile ou maladie de Barlow, le rachitisme, la xérophtalmie et vraisemblablement la pellagre. Ce sont des maladies par insuffisance, *deficiency diseases* ou *avitaminoses* de Funk, appelées encore « maladies par carence », du lat. *carere*, manquer, par Weill et Mouriquand. Il faut, sans doute, joindre à ces maladies plusieurs affections nées des conditions spéciales de la guerre : les « néphrites de guerre » et peut-être — au moins pour une part — la « gelure des pieds » (Bruntz et Spillmann).

Les connaissances nouvelles concernant ces maladies de nutrition résultent, pour l'homme, de l'observation clinique et, pour les animaux, de celle-ci complétée par l'expérimentation.

2. *Les matières albuminoïdes et les acides aminés. Travaux de l'École américaine.* — Ce fut certainement, pour nombre de biologistes que leurs études habituelles n'obligent pas à évoluer dans le domaine des questions de l'alimentation des animaux, une révélation que la lecture de l'article par lequel M. le professeur Gley faisait connaître les travaux de l'École américaine sur le rôle des acides aminés dans l'alimentation, notamment ceux de Osborne et Mendel[1].

Les matières albuminoïdes donnent par dégradation, comme nous venons de le dire, des produits divers et finalement des acides aminés qui peuvent être différents. L'organisme animal, suivant sa nature spécifique et, pour une même espèce, suivant l'époque de son développement, exige tel ou tel de ces acides aminés, non pas comme aliment proprement dit, mais parce que son organisme, qui ne sait en faire la synthèse, en a besoin pour constituer le noyau chimique de telle substance particulière indispensable au fonctionnement normal. Il faudra que les albumines ingérées lui procurent un minimum de ces amino-acides déterminés, sans quoi elles ne seront pas adéquates, quelle que soit leur quantité; l'organisme souffrira alors par défaut d'un élément essentiel dans l'alimentation si un tel

1. *Rev. scientifique*, juin 1917, p. 321.

régime déficient se prolonge. Cet état d'infériorité existera quel que soit le nombre de calories apportées d'autre part, au moyen de matières hydrocarbonées : hydrates de carbone, huiles ou graisses.

La quantité de ces amino-acides (par exemple la lysine pour la croissance, le tryptophane pour l'entretien), disponibles dans le régime, peut devenir le *facteur limitant* qui détermine l'équilibre nutritif et la capacité de croissance chez un individu. Ces expériences fournissent un exemple notable de la « loi du minimum » appliquée aux constituants essentiels de l'alimentation.

3. *Les acides aminés, les « hormones » et les végétaux. Les « Auximones ».* — Nous signalerons ici l'intéressante remarque suivante, à propos du rôle des acides aminés dans l'alimentation des animaux : « Pareille conclusion paraît s'appliquer aussi aux plantes supérieures ; celles-ci sont en effet capables d'absorber divers produits organiques azotés, tels que des acides aminés ; elles peuvent donc trouver, dans l'humus, certains aliments spéciaux actifs, utiles tout au moins au fonctionnement organique et peut-être susceptibles de jouer le rôle d'aliments spéciaux. Il y a là un sujet de recherches théoriques qui peuvent être d'un grand intérêt au point de vue agricole [1]. »

Des recherches ont d'ailleurs été engagées dans cette voie. Bottomley (1914, 1917), en voulant éclaircir les causes de l'action fertilisante de la tourbe de Sphagnum bactérisée (par action des aérobies du sol à 26°), fut amené à étendre aux végétaux la notion de vitamine. Il donna le nom d'*auximones* aux facteurs accessoires de la croissance et de l'équilibre chez les végétaux.

Les microorganismes de la tourbe transforment l'acide humique en humates solubles. Cette tourbe, une fois stérilisée, constitue une matière fertilisante excellente. Il constata, de plus, par la suite, que cette tourbe fermentée renferme une substance extractible par l'alcool et l'eau résultant d'une synthèse par les bactéries du sol introduites, laquelle, même à très faible dose, a une action stimulante remarquable sur la végétation ; il en fit tout naturellement le rapprochement avec la vitamine que Funk venait d'extraire de la levure de bière.

Cette action stimulante d'auximones peut être constatée sur des végétaux aussi simples que les bactéries, ainsi que nous le signalons plus haut à propos de l'*Azotobacter* [2] (voir p. 373).

Pour Ciamician et Ravenna (1918), les alcaloïdes ont peut-être dans l'organisme un rôle d'*hormones végétales ;* les diverses espèces végétales, pour tirer parti de ces produits de rebut inutilisables tels quels, en transformeraient la composition de façon à les rendre aptes aux fonctions spécifiques auxquelles elles doivent servir, comparablement à ce qui se produit chez les animaux qui, par exemple, produisent l'adrénaline des capsules surrénales à l'aide de la tyrosine.

4. *Les Vitamines.* — D'autres éléments que les amino-acides, agissant aussi en quantité infime, doivent se trouver présents dans l'alimentation sous peine d'entraîner la faillite de tout le régime alimentaire. On les a appelés les *vitamines* et on a d'abord reconnu leur présence dans le péricarpe et le tégument des graines de céréales, dans ces enveloppes soudées à l'albumen farineux que certains auteurs appellent la « cuticule » par un abus de langage particulièrement sensible à un botaniste. Ces « graines » de céréales (nous devrions dire ces « fruits », pour parler correctement la terminologie botanique, mais nous sacrifierons à l'usage), administrées « décortiquées » et exclusivement, entraînent des maladies spéciales parmi lesquelles le béribéri, des polynévrites avec manifestations paralytiques et même la mort. L'expérience la plus typique et la plus ancienne est celle qui consiste à administrer du riz *glacé* à des pigeons. Ces maladies résultent de l'absence de vitamines dans le régime, emportées qu'elles furent par « l'écorce » des grains.

Ces vitamines, que Funk a particulièrement étudiées, sont encore mal définies au point de vue chimique, mais on a formulé à ce sujet plusieurs hypothèses qu'il sera intéressant de retracer et de comparer [Funk, puis William, Roberts, Seidell et Atherton (1916)]. Quoi qu'il en soit, Funk est arrivé à extraire des balles du riz une substance qui fait promptement cesser les troubles de la polynévrite et du béribéri et correspond à la vitamine de ces organes.

5. *Le « facteur A » et le « facteur B » : caractères, répartition dans les aliments naturels, les régimes compensés.* — Les savants américains, notamment Mc Collum et Davis et des collaborateurs, Osborne et Mendel, et d'autres, étendant les données du problème, ont caractérisé des « facteurs A et B » (que nous définirons plus loin) et certaines substances minérales, comme le calcium et le sodium, dont l'absence prolongée dans le régime alimentaire entraîne des troubles caractérisés qui peuvent être très graves.

Si l'on donne au mot « vitamine » un sens

1. Gain : *Précis de Chimie agricole*, 1918, p. 50.

2. On trouvera un exposé de cette question des « auximones » des végétaux, pp. 46 à 54 du travail de G. Schaeffer : « Facteurs accessoires de la croissance et de l'équilibre », *Bul. de l'Institut Pasteur*, nos 1 et 2, 1919.

générique, s'appliquant à l'ensemble des substances plus ou moins mal définies chimiquement qui provoquent des troubles par défaut, il faudra ranger les facteurs A et B dans cette catégorie. Il faudrait *a fortiori* y faire rentrer les acides aminés, qui, eux, sont des corps chimiques définis et connus, si l'on s'en réfère à l'étymologie : *vita*, vie, et *amine*. Le mot vitamine, au sens où on l'emploie généralement, est donc défectueux.

Les substances du groupe A sont solubles dans les graisses et les lipoïdes. On les trouve, par exemple, dans le jaune d'œuf, le lait, le beurre, l'huile de foie de morue, la graisse de bœuf et la margarine qu'on en tire, les feuilles de choufleur et, d'une façon générale, dans beaucoup de feuilles. Elles manquent dans le saindoux, le lard de porc, la margarine ne provenant pas de la graisse de bœuf, les huiles végétales (olive, amande douce, coco, arachide, coton); les « beurres végétaux » ne peuvent donc être assimilés au véritable beurre. Si l'on remplace le beurre par une quantité isodynamique de saindoux dans la ration alimentaire d'un animal, celui-ci perd de son poids jusqu'à ce que la mort survienne; par contre, la margarine de graisse de bœuf présente une valeur nutritive similaire à celle du beurre. L'absence du facteur A provoque particulièrement des lésions oculaires (de la xérophtalmie) et, après quelques semaines, la cécité. Mais ces manifestations rétrocèdent et disparaissent si l'on modifie à temps le régime[1].

Le facteur A est abondant dans les feuilles, rare dans les graines (sauf le lin, le millet, le soja...).

Les substances du groupe B sont solubles dans l'eau et l'alcool, insolubles dans les graisses et les lipoïdes; elles se trouvent : dans « l'écorce » des graines ou les embryons et non au sein des réserves amylacées (blé, haricots, etc.), le jaune d'œuf, le lait et particulièrement le petit lait qui l'entraîne, la levure de bière et même le lactose, car ce sucre cristallisable retient à l'état d'impureté une matière azotée qui renferme le principe actif.

On peut affirmer aujourd'hui que le facteur B est identique à la « vitamine » de Funk extraite du son de riz.

1. Déjà en 1912, F. Maignon avait montré que l'albumine d'œuf est impuissante à elle seule à entretenir la vie chez les animaux (chien, rats blancs), tandis que le mélange albumine d'œuf et graisse permet de maintenir en état d'équilibre nutritif des rats blancs pendant plusieurs mois. Les graisses jouent, dans l'utilisation des matières protéiques, un rôle important, que ne peuvent remplir les hydrates de carbone (Maignon : *C. r. Ac. des Sc.*, 1918).

Un certain équilibre est, en outre, nécessaire entre les trois facteurs : protéines, graisses et hydrates de carbone (sucres) pour éviter les troubles du métabolisme (Bierry et Portier : *C. r. Ac. des Sc.*, 1918).

Ces deux types de vitamines existent, en somme, tous les deux dans les extraits de tissus riches en éléments cellulaires actifs et non dans les tissus de réserve, qu'ils soient animaux ou végétaux.

Ces données, établies expérimentalement, font prévoir les applications : Il est difficile, sinon impossible, d'obtenir un développement, même limité, pendant une période un peu longue, à l'aide d'un régime constitué exclusivement de graines. Les graines — si l'on en excepte le riz glacé et le haricot — ont des propriétés diététiques voisines (Mc Collum, Simmonds et Pitz, mai 1917), à savoir : 1° leurs protéines ont une valeur médiocre : certains amino-acides y sont en quantité inférieure à l'optimum; 2° la teneur en sels (notamment de Na et Ca) est insuffisante pour satisfaire au développement normal; 3° la teneur en élément A soluble dans les graisses est inférieure à ce que réclame l'animal pendant sa croissance. Le riz leur ressemble s'il est entier, mais, s'il est glacé, l'élément B soluble dans l'eau fait, en outre, défaut. Quant au haricot, il diffère surtout par l'infériorité de ses protéines, où les amino-acides essentiels sont en quantité déficiente.

On sera peut-être surpris d'apprendre ainsi qu'un régime où l'aliment protéique n'est fourni que par le froment exerce une influence nettement défavorable sur la vie de l'individu ou sur la progéniture, suivant l'espèce animale considérée. Du fait que le facteur B est abondant dans les graines, mais que le facteur A y est rare et les sels aussi, et que, d'autre part, le facteur A est abondant dans les feuilles, ainsi que les éléments minéraux, on pourra à l'aide de mélanges — que les auteurs analysent avec précision — établir des régimes compensés donnant le développement optimum.

Comme on le voit déjà, la présence de ces facteurs accessoires de l'alimentation pour la croissance et l'équilibre a fait l'objet de nombreuses recherches poursuivies par une légion de travailleurs dans les Instituts des Universités américaines. On les a recherchés et étudiés dans la viande, le lait, les matières grasses, les matières minérales; chez les végétaux : dans les tiges, les fruits et surtout les graines et les feuilles. Des études monographiques ont été publiées sur les graines de céréales : blé, orge, avoine, maïs, riz, etc., les pommes de terre, les graines de Légumineuses : haricot, arachide, etc. Dans une étude complète et immédiatement pratique, il faudrait analyser les résultats obtenus dans les divers cas.

On a poussé également l'étude de la localisation des « facteurs accessoires » ou « vitamines »

dans les graines des céréales, particulièrement dans l'enveloppe (péricarpe et tégument), dans l'embryon et dans la couche à aleurone.

Mc Collum, Simmonds et Pitz mettent en garde contre la confusion qui pourrait s'établir entre les troubles résultant d'un régime invariable de blé ou d'avoine par suite de carence ou de toxicité spécifique et ceux qui proviennent de la stase dans l'intestin des produits de digestion de ces aliments. En séjournant, ils subissent une fermentation dont les produits toxiques sont absorbés par la muqueuse intestinale. D'ailleurs, Hull et Rettger ont montré que la flore bactérienne putréfiante qui se développe dans l'intestin peut être transformée en flore acidophile par ingestion de lactose et d'autres sucres ayant un effet moindre.

6. *Application des données précédentes à l'étude des régimes alimentaires des animaux.* — Nous venons d'indiquer comment ces données acquises ont déjà pu conduire à des conclusions pratiques pour l'établissement des rations équilibrées du bétail, des régimes compensés par des mélanges d'aliments naturels dont la considération des « rapports complémentaires » existant entre eux indique la nature et les proportions.

Les « rations complètes » anciennes, calculées en : protéine totale (sans mention de qualité), énergie calorifique, cendres, ont certainement une très grande valeur résultant d'un empirisme éprouvé, mais elles doivent être améliorées dans le sens des connaissances nouvellement acquises, c'est-à-dire en tenant compte des facteurs suivants : protéines (quantité et qualité), énergie calorifique, cendres (qualité et proportion), plus deux facteurs de constitution inconnus (qu'on peut appeler « vitamines » au sens large) : le « facteur A soluble dans les matières grasses » et le « facteur B soluble dans l'eau ». Il y a lieu de tenir compte encore des facteurs *toxicité*, qui ne sont peut-être que des résultantes des effets de l'absorption par la muqueuse intestinale de poisons résultant d'une fermentation microbienne aux dépens des aliments considérés.

On a pu déduire aussi de l'étude des vitamines, les meilleurs moyens de conservation des aliments[1].

7. *Influence des conditions de milieu sur les vitamines.* — Les vitamines sont fort sensibles aux actions extérieures, comme la chaleur, la réaction acide ou alcaline du milieu, etc. La réfrigération, telle que celle qui permet d'obtenir les « viandes frigorifiées », est sans effet défavorable sur elles.

On conçoit toute l'importance pratique de l'étude des facteurs qui peuvent détruire l'activité des vitamines et faire perdre ainsi à l'aliment certaines de ses propriétés essentielles. C'est ce qui se produit par la stérilisation des aliments d'origine animale ou végétale (Gryns [1901], Weill et Mouriquand)[1] ou par leur cuisson trop prolongée. Ainsi s'expliquent les maladies résultant de l'adoption d'un régime exclusif de « conserves » et le fait qu'elles cèdent promptement à l'apport d'aliments frais.

---

1. Depuis la rédaction de ce travail, ont paru les conclusions des séances de la « Commission d'alimentation de la Société de Biologie », présidée par M. Ch. Richet (*C. r. Soc. de Biologie, Mémoires*, t. LXXI, n° 22, p. 1163-1164 ; déc. 1918) en ce qui concerne les « Besoins de l'organisme en matières azotées ».

Nous croyons utile de reproduire ces conclusions particulièrement nettes et pratiques :

1° Les matières albuminoïdes sont nécessaires dans l'alimentation, non point en tant que telles, mais par les acides aminés qui les constituent. Les besoins de l'organisme ne peuvent être précisés que suivant un détail qualitatif très compliqué.

2° La Physiologie ne peut encore établir un tel tableau. Ces besoins en acides aminés définis sont impératifs, mais quantitativement très faibles.

Les vitamines sont un cas particulier de cette règle générale.

3° Avec un régime suffisant au point de vue énergétique et choisi spécialement quant à la qualité des albuminoïdes, l'apport quotidien de celles-ci peut être réduit à un taux très bas.

4° Dans les problèmes pratiques d'alimentation et de ravitaillement, on ne peut prendre comme base de tels résultats. Il faut réaliser une ration globale d'albuminoïdes suffisante pour que tous les besoins de détail trouvent à s'y satisfaire.

5° ... On peut fixer comme minimum exigible pour l'entretien de l'adulte, suivant la formule donnée par Lapicque en 1894, 1 gr. d'albumine par jour et par kg de poids corporel, étant bien entendu que le besoin d'énergie est couvert par ailleurs.

6° Cette règle suppose le régime mixte; en régime strictement végétarien, la qualité des albuminoïdes doit être analysée ; par exemple, le régime du riz seul paraît insuffisant.

7° Le cas du travailleur ne demande aucune attention particulière, le travail ne consommant pas d'albumine et, au surplus, toute augmentation de la ration entraînant *ipso facto* un accroissement d'apport d'albuminoïde.

8° Les enfants, les jeunes gens, les femmes enceintes, les nourrices, c'est-à-dire, directement ou indirectement, les organismes en croissance, doivent être l'objet d'une sollicitude particulière au point de vue de l'azote, lorsque la nourriture est rare. Il est prudent, outre la règle ci-dessus, de leur assurer l'apport d'une petite quantité d'*albumine animale*.

1. Il y a lieu, évidemment, d'appliquer ces connaissances à la confection des milieux de culture en Microbiologie. Dans les milieux usuels, le facteur B existe toujours si l'on emploie un bouillon et plus encore s'il y a la levure comme élément de préparation. Le facteur A manque le plus souvent et n'existe à coup sûr que par l'apport de lait ou de jaune d'œuf. De plus, la stérilisation à 120° détruit les vitamines: dès lors, bien des échecs peuvent s'expliquer et la qualité de « parasites nécessaires » que nous attribuons à certains microbes parasites des végétaux, notamment, ne serait pas réelle ; la notion que nous en avons résulterait de notre incapacité à leur fournir l'aliment complet. Il y aurait donc grand intérêt à préparer des milieux par des moyens n'altérant pas les vitamines ou facteurs accessoires de la nutrition. S'il s'agit d'un parasite (champignon ou bactérie) de plante, on pourra essayer d'extraire le milieu de culture de la substance même de l'hôte et de l'obtenir aseptiquement, ou bien par filtration, ou par une tyndallisation, ou par quelque autre procédé à étudier. On pourra aussi chercher à introduire les vitamines isolées dans un milieu donné où l'on aura préalablement reconnu leur absence. Peut-être alors des parasites que nous ne savons cultiver, comme les rouilles des céréales, par exemple, pourront-ils être obtenus en culture; il en est de même pour certains parasites des animaux. On peut donc entrevoir un champ d'étude et de progrès vaste et fécond pour la lutte contre les parasites.

Il faut d'ailleurs distinguer, à ce point de vue, entre les vitamines d'origines diverses; c'est ainsi que le « facteur B soluble dans l'eau » peut supporter l'action prolongée de la chaleur au point d'ébullition et même au-dessus.

On verra plus loin comment ce rôle de la température sur la production « d'aliments carencés » permet à Portier de déduire de sa théorie des symbiotes une explication des maladies par « avitaminose ».

8. *Activité des recherches en cours. Importance de la question au point de vue agronomique.* — Sans parler des précurseurs, nous citerons quelques noms parmi ceux qui reviennent le plus souvent au cours de ces recherches.

On sait qu'à la suite de l'observation de ce qui se passe dans les pays de grande consommation de riz, on constata, notamment Eijkmann (1897), que le béribéri sévit sur les individus qui se nourrissent de riz *glacé*, c'est-à-dire débarrassé de sa pellicule glacée par polissage; ceux qui consomment, au contraire, le riz *paddi*, c'est-à-dire entier, ne sont pas atteints. Si l'on ajoute au régime du riz poli les pellicules enlevées, le malade guérit très vite. Gryns en conclut, dès 1900, que la pellicule argentée du riz contient une substance indispensable à la régularité de certains échanges et que le béribéri est une maladie de nutrition résultant de l'absence de cette substance dans le régime. Ce fut Casimir Funk, savant polonais, qui isola d'abord le principe actif de la balle du paddi, le caractérisa chimiquement comme base pyrimidique (elle appartiendrait, par conséquent, au groupe des substances constituant le noyau cellulaire) et lui donna le nom de *vitamine* pour exprimer d'une part son rôle biologique important (du latin *vita*, vie), et d'autre part sa parenté chimique avec les acides aminés.

De très nombreux expérimentateurs américains ont poursuivi aux Etats-Unis des recherches sur les éléments accessoires de l'alimentation. L'importance des résultats obtenus dans une période relativement très courte démontre ce que peuvent faire, en même temps que l'esprit de méthode des travailleurs, leur nombre et la puissance des moyens. Parmi eux, contentons-nous de nommer Osborne et Mendel, Mc Collum, Funk, Hopkins et leurs collaborateurs. Les résultats sont le plus généralement publiés dans *The Journal of biological Chemistry*, de Baltimore. Le riche filon est inlassablement exploité et il n'est pas de mois qui ne voie éclore une série de nouvelles publications.

Il faudrait encore citer des Japonais, Loew en Allemagne (pour les matières minérales), etc. En France, de remarquables articles du Professeur Gley, de G. Schaeffer ont fait connaître les principaux résultats obtenus. Weill et Mouriquand ont été amenés, comme médecins s'occupant spécialement des maladies des enfants, à aborder l'étude des éléments accessoires en question. C'est qu'en effet l'alimentation des jeunes, forcément très limitée dans sa variété, laisse plus facilement prise que toute autre au déficit de certains éléments; la compensation n'intervient pas, comme cela se produit aisément chez l'adulte, du fait de la variété du régime. Si les savants lyonnais n'ont pas inventé la question des vitamines, ils l'ont du moins « agitée », — et cela fort utilement. Ils n'ont d'ailleurs pas seulement sollicité l'attention en France sur le sujet, ils l'ont encore enrichi de contributions personnelles. Le professeur Maignon est également l'auteur d'importantes recherches qui se rattachent à la question; nous aurons l'occasion d'y revenir dans une revue ultérieure.

L'ensemble de ces travaux mériterait d'être exposé en détail, au point de vue de l'alimentation des animaux. Ils présentent, nous le répétons, un immense intérêt pour l'agriculture. Ils sont à leur début, mais font prévoir dans l'avenir une économie bien plus parfaite dans l'établissement des rations alimentaires en supprimant le gaspillage involontaire, une précision toute scientifique dans l'élevage des jeunes et une amélioration certaine des conditions de la procréation [1].

J. Beauverie,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.

1. Nous ne ferons que citer ici, pour mémoire, les théories de Portier réunies en un corps de doctrine dans un volume récent (*Les Symbiotes*; 1918, 315 p., 63 fig., 1 pl.). Leur nouveauté, leur hardiesse excessive doivent être un titre à notre prudence. Voici, en deux mots, ce dont il s'agit :

Tous les êtres vivants sont constitués par l'association, l'« emboîtement de deux êtres différents ». C'est ainsi que dans nos tissus toute la synthèse biologique serait l'œuvre d'un symbiote vivant sous forme de bactéries (« mitochondries » des cytologistes). Elles viennent du milieu extérieur et peuvent y retourner, y vivre d'une vie indépendante, si toutefois elles ne sont pas définitivement domestiquées. Ces bactéries seraient les seuls êtres *simples*, tous les autres seraient *doubles*. Si les microbes symbiotes viennent à faire défaut dans un organisme (animal ou plante), il meurt, dans l'incapacité où il se trouve réduit de procéder à la réparation de ses tissus ou de ses réserves.

Ces hypothèses, construites sur des faits sujets à interprétation, conduisent l'auteur à expliquer la cause des maladies par « carence » ou « avitaminose » : elles ne seraient autre chose qu'un déficit de symbiotes dans l'organisme. La chaleur humide à 120° tue les symbiotes; or c'est précisément la température qu'il faut atteindre pour avoir des aliments provoquant la « carence ». Portier arriverait même à guérir l'animal souffrant de « carence » en lui inoculant ses microbes symbiotes.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Kaye (G. R.). — **The Astronomical Observatories of Jai Singh.** (*Archæological Survey of India, New Imperial Series*, vol. XL.) — *1 vol. in-4° de 151 p. illustré, avec carte (Prix : 23 sh.). Superintendent Government Printing, Calcutta*, 1918.

Un successeur de Tamerlan, son petit-fils Ulugh Beg, avait publié à Samarcande, en 1437, le plus précieux des Catalogues d'étoiles du Moyen Age. Les Grands Mogols, héritiers d'Ulugh Beg aux Indes, ne paraissent pas avoir partagé son amour de l'Astronomie et ils laissèrent à leurs vassaux indigènes l'honneur d'être ses continuateurs. Tel fut Jai Singh (1686-1743), rajah de Jaipur, dont M. Kaye nous présente ici l'œuvre sous forme d'un magnifique volume orné de très belles héliogravures.

A dire vrai, le rajah s'est surtout borné à reprendre le catalogue d'Ulugh Beg et, étant donnée l'époque où il vivait, l'intérêt astronomique de son travail est assez mince. Mais ce point de vue n'est pas le seul à envisager et il est vraiment curieux de voir quels instruments, à la fois grandioses et surannés, nécessitèrent ces recherches. Car Jai Singh (en 1740!) ne connaît pas encore les lunettes et il emploie des gnomons, des cadrans solaires en maçonnerie, de dimensions colossales (ses cercles de pierre ont jusqu'à 30 m. de rayon), tandis que de grands astrolabes ou même des équatoriaux à pinnules lui servent à mesurer les distances. Ce n'est évidemment pas par de tels moyens qu'il pouvait rivaliser avec Bradley.

Nous voyons là un nouvel exemple de cette stérilité musulmane dont témoignaient déjà les Arabes du temps des califes : une civilisation poétique et raffinée, des intelligences promptes à s'assimiler le passé et, malgré des dons admirables, nul effort sérieux vers le progrès.

Jean Bosler,
Astronome à l'Observatoire de Meudon.

Jaquin (F.), *Ingénieur A. et M.* — **L'organisation rationnelle des Ateliers de mécanique.** — *1 vol. in-8° de 86 pages (Prix : 7 fr. 80). Dunod et Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

C'est un lieu commun de dire que la lutte économique va devenir très âpre et que, pour la mener, l'industriel va être tenu d'avoir une compréhension tout autre, que celle d'avant guerre, des méthodes de travail et des rapports qu'il doit entretenir avec ses ouvriers.

Aussi n'est-il partout question que d'organisation scientifique, ce qui ne doit pas vouloir dire exploitation forcenée, car organiser c'est prévoir pour éviter tous les gaspillages, celui du temps en particulier.

C'est pourquoi on entend de tous côtés parler des méthodes de Taylor comme propres à amener automatiquement ce résultat. La taylorisation est devenue un dogme qui, comme tous les dogmes, est accepté sans que la plupart du temps on sache bien de quoi il s'agit.

Ce n'est pourtant pas faute d'écrits sur la question.

Mais la méthode de Taylor ne vaut que par la façon dont elle peut être appliquée, et toutes les dissertations théoriques sur le sujet ne vaudront jamais, comme valeur éducative, une exposition d'une application concrète à un objet bien déterminé.

C'est ce que réalise ce petit volume.

L'auteur a choisi la construction automobile parce qu'elle utilise toutes les spécialités de la construction mécanique. Il ne s'occupe que de l'atelier et des services qui le commandent. Il suppose les modèles étudiés et admet qu'il ne reste à travailler que suivant les plans définitifs. C'est le cas de toute usine travaillant à façon.

Un premier chapitre traite donc de la répartition des attributions, un deuxième du rôle de chaque service pendant la période de préparation, un troisième du rôle et de la liaison des services pendant l'exécution.

Il semble bien que l'auteur ait atteint le but qu'il s'était proposé : celui de montrer la méthode à suivre pour éviter tout gaspillage de temps, permettre le perfectionnement continu des procédés de travail et assurer à la Direction une *vue d'ensemble constante et un contrôle effectif*.

Ce petit livre sera certainement bien reçu des jeunes générations que la question d'organisation passionne maintenant et qui nous promettent pour l'avenir la conquête de la position industrielle à laquelle nous avons droit.

L. Potin.

2° Sciences physiques

Copaux (H.), *Professeur de Chimie minérale à l'École de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris.* — **Introduction à la Chimie générale.** — *1 vol. in-12 de 212 pages avec 21 figures (Prix : 7 fr. 20). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1919.

Le temps est passé où l'enseignement de la Chimie se réduisait à l'énumération des propriétés des corps; elle a pris rang de science rationnelle et, avec le concours de la Physique, elle interprète les phénomènes en mettant en évidence leurs rapports mutuels et leurs liens de parenté. De ce fait, la curiosité des élèves, toujours avides d'explications, trouve à se satisfaire et leur mémoire est soulagée d'autant.

Les principes de cette Chimie rationnelle ont été admirablement exposés par M. Copaux dans son *Introduction à la Chimie générale*, plaquette de lecture facile, attrayante par sa sobriété et par sa clarté, en même temps que par le nombre et l'importance des sujets de Chimie et de Chimie physique qui y sont traités.

Dans un travail si consciencieux, et j'ajouterai si séduisant, les moindres ombres vous frappent, d'autant plus qu'elles se détachent sur un fond plus clair et, si peu importantes qu'elles soient, l'impartialité du compte rendu nous oblige à les signaler.

Depuis que la Chimie existe comme science (et peut-être déjà du temps de l'Alchimie), on s'est servi du mot *force* pour déterminer l'activité des acides et des bases. Il faut avouer que ce terme vague ne convient plus — si tant est qu'il ait jamais convenu — à une *Science* qui a lié son sort avec la *Physique*. En réalité, ce qui définit cette activité des acides, c'est leurs vitesses de réaction sur les métaux ou sur les éthers ou sur le sucre qu'ils intervertissent, etc.; vitesses en parfait accord avec leurs conductibilités moléculaires. M. Copaux nous dit bien (pp. 105 et 106) qu'un acide et une base sont d'autant plus forts que leurs conductibilités moléculaires sont plus grandes; mais il nous dit également (p. 187) que « la chaleur de neutralisation définit approximativement la force des acides ». Il y a là deux points de vue tout à fait différents, l'un qui concerne la *vitesse* de réaction, l'autre qui se rapporte au *travail* chimique, deux grandeurs qui, non seulement n'ont pas les mêmes dimensions, mais ne sont pas proportionnelles; et, de fait, l'ordre décroissant des vitesses de réaction ne correspond pas avec celui des chaleurs de neutralisation.

M. Copaux qui, dans son *Introduction*, traite de la dissociation électrolytique et des réactions d'ions, qui fait un parallèle entre l'ordre des forces électromotrices de décomposition et les affinités chimiques, aurait bien pu nous parler des sels *complexes* qui révèlent des forces électromotrices de décomposition, donc aussi des réactions, tout à fait anormales et que la théorie des ions interprète très bien.

Ces petites réserves n'affectent en rien la valeur de l'ouvrage qui reste entière.

Ce livre, qui est au courant des recherches les plus récentes, intéressera non seulement les chimistes débutants auxquels il est destiné, mais peut-être encore davantage les chimistes déjà avancés dans la carrière.

Auguste Hollard,
Docteur ès Sciences.

Grandmougin (Eug. et Paul). — **La réorganisation de l'Industrie chimique en France.** — *1 vol. in-8° de 277 pages (Prix : 15 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris,* 1918.

La préface de cet ouvrage est écrite par Eugène Grandmougin; qui y développe cette idée fort juste que le but de l'industriel et celui du savant sont les mêmes : tous deux travaillent pour accroître le bien-être matériel et moral de l'ensemble des citoyens. Pour y réussir, il faut qu'ils soient aidés par l'opinion publique, instruite par les livres et par la presse quotidienne. Cette dernière devrait être plus dégagée des visées commerciales et des influences politiques quelquefois mesquines. M. E. Grandmougin croit que l'évolution désirée par lui dans la mentalité française ne pourra être obtenue que par les jeunes gens en qui il place tout son espoir.

Son livre est partagé en trois parties : La première, intitulée « Réorganisation du pays », est consacrée à mettre en lumière les leçons tirées de la guerre et, en particulier, cette vérité que la richesse ne consiste pas en or, mais dans la possession des matières premières et la capacité de les transformer.

Dans la seconde partie, sous le vocable d'*organisation spécialisée*, le rôle de l'intelligence et du travail nécessaires à la production de la richesse est analysé avec une puissance de raisonnement et une documentation très frappantes.

La troisième partie est relative à des questions de législation industrielle.

Chacune de ces divisions mérite un examen spécial.

Dans la première, l'auteur montre que la Conférence économique des Alliés (14 au 17 juin 1916) a examiné trop de choses pour qu'un pays particulier y trouve une orientation. Or c'est la puissance économique qu'il faut développer chez nous.

La meilleure utilisation de nos Colonies, si fertiles en richesses inexploitées, en serait un facteur puissant; mais cela ne sera possible qu'avec un développement du nombre de nos enfants. L'auteur montre que la population de l'Allemagne et celle de la France étaient à peu près égales en 1875. 35 ans après, celle de la France s'était accrue de 8 °/₀; celle de l'Allemagne de 26 °/₀. Les statistiques commerciales et maritimes sont aussi impressionnantes.

Il insiste sur la nécessité de moderniser les méthodes d'éducation et d'instruction pour que les Français soient des hommes à la fois disciplinés et pleins d'initiative.

Pour faire face aux charges fiscales d'après guerre, il faudra développer nos ressources. Il faudra plus que doubler le revenu annuel de la fortune française d'avant guerre (80 milliards au lieu de 35).

Les ressources de la France en hommes, en matières premières, en force motrice, en moyens financiers sont examinées.

Puis, c'est le « système Taylor », très intéressant pour les industries mécaniques, qui l'est moins pour les industries chimiques, mais qui a le grand mérite d'avoir mis en honneur le système analytique et d'avoir donné une solution de la réduction du nombre des ouvriers.

La conclusion de ce chapitre est que la première chose consiste à changer notre mentalité, notre individualisme n'étant ni assez discipliné ni assez porté à des fins altruistes.

La seconde partie de l'ouvrage débute par des considérations sur l'enseignement et l'éducation, sur la perte de la croyance aux grandes choses. Cela empêche de voir grand et loin.

Puis l'auteur expose de nouveau ses idées sur l'enseignement de la Chimie. Nous les avons analysées en rendant compte d'un de ses ouvrages précédents : « Enseignement de la Chimie industrielle en France[1]. »

Il signale l'importance de la spécialisation, à laquelle il attache une importance de premier ordre, en particulier de la spécialisation à l'usine. Il parle avec autorité du rôle du chimiste industriel et de sa documentation par le périodique et le livre à l'usine même.

L'organisation des services généraux et scientifiques d'une usine chimique est décrite avec précision dans les termes et avec beaucoup de compétence. Tous les futurs industriels y apprendront à la bien concevoir. L'unité de direction et la coordination nécessaire des efforts y sont bien mises en valeur. La publicité industrielle y est aussi signalée comme un des facteurs du succès.

Enfin, dans la troisième partie de l'ouvrage, la législation relative aux brevets d'invention est analysée avec un esprit critique très avisé et avec hardiesse, puisque l'auteur émet le principe de protéger la richesse en formation et de frapper la richesse acquise.

Il termine par une considération philosophique très juste quand il dit : « Les méthodes humaines n'évoluent guère dans le domaine moral, mais seule la technicité est en progrès. »

On pourrait peut-être en déduire quelques conclusions qu'il laisse de côté, mais il a assez apporté d'idées et de faits dans son ouvrage pour en rendre la lecture utile et attachante.

C'est un livre d'actualité, mais son mérite est assez grand pour qu'il reste plein d'intérêt quand, les années ayant passé, on pourra juger si les conseils qui y sont donnés auront été bien suivis.

C. Chabrié,
Professeur à la Sorbonne.

3° Sciences naturelles

Van Tieghem (Ph.), *Membre de l'Institut.* — **Eléments de Botanique.** *5e édition, revue et corrigée par* J. Costantin, *membre de l'Institut. — 2 vol. in-16 de 619 et 743 p. avec 260 et 326 fig. (Prix : 15 fr. 40). Masson et Cie, éditeurs, Paris,* 1919.

Rappelons brièvement le plan de cet ouvrage.

Le premier volume, consacré à la Botanique générale, étudie successivement, d'abord au point de vue morphologique, puis au point de vue physiologique : le corps de la plante, la racine, la tige, la feuille et la fleur, puis la formation de l'œuf et le développement des Phanérogames, des Cryptogames vasculaires, des Muscinées et des Thallophytes, enfin le développement de la race.

Le second volume, consacré à la Botanique spéciale, donne la classification des plantes, suivant le système particulier à l'auteur, et la description des caractères des familles. Il se termine par un aperçu de la distribution des plantes à la surface du Globe, tant à l'heure actuelle (Géobotanique) qu'aux diverses époques géologiques (Paléobotanique).

M. Costantin, qui a accepté la tâche de rééditer cet ouvrage, l'a refondu et complété sur plus d'un point. Signalons, parmi les modifications qui lui sont dues, celles qui portent sur : l'étude des formes primitives des êtres, l'exposé des phénomènes osmotiques de la nutrition, les questions de symbiose, l'exposé de la loi de Mendel, etc. Dans la Botanique spéciale, il a fait une plus large part aux plantes des pays chauds, en raison du développement de l'Agriculture coloniale. Enfin, pour faciliter l'étude de la classification de van Tieghem, il a introduit des tableaux nouveaux qui permettent d'établir sa concordance avec les classifications les plus usuelles, en ce qui concerne les Dicotylédones.

Harmer (S. F.). F. R. S. — **Report on Cetacea stranded on the British Coasts during 1918.** — *1 vol. in-4° de 24 p. avec 2 fig. et 1 carte (Prix : 3 s.*

1. *Revue gén. des Sciences* du 15 juin 1918, p. 346.

6 d.). Publication n° 6 du British Museum (Natural History), Cromwell Road, Londres, 1919.

Le Conservateur du Département de Zoologie au British Museum (Natural History) publie depuis 1913 un rapport annuel concernant les échouages de Cétacés sur les côtes des Iles Britanniques.

Ce sixième rapport (1918), accompagné d'une carte et de plusieurs figures, mentionne 41 échouages; et l'auteur, en rapprochant les résultats de ceux des rapports précédents, en tire les conclusions les plus intéressantes au point de vue de l'éthologie des Cétacés qui nous est encore si mal connue.

On conçoit quelle grande importance prendront ses conclusions lorsqu'elles seront basées sur des observations poursuivies pendant un nombre d'années considérable.

Il est regrettable au surplus que l'exemple donné par M. S. F. Harmer n'ait pas été encore suivi; quelle haute portée scientifique aurait nécessairement un ensemble de documents de ce genre recueillis aux divers points du globe!

R. Anthony.

4° Sciences médicales

Héricourt (Dr J.). — **Les maladies des Sociétés.** Tuberculose, Syphilis, Alcoolisme, Stérilité. — *1 vol. in-18 de 279 p. de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix : 4 fr. 75*). *Eug. Flammarion, éditeur, Paris*, 1918.

Rageot (Gaston), *Professeur agrégé de Philosophie.* — **La Natalité.** Ses lois économiques et psychologiques. — *1 vol. in-18 de 300 p. de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix : 4 fr. 75*). *E. Flammarion, éditeur, Paris*, 1918.

Il est souvent question, depuis quelques années, des maladies des sociétés, c'est-à-dire des affections qui, par le grand nombre d'individus qu'elles atteignent, compromettent l'avenir des peuples. Avant la guerre, un moraliste, M. Paul Gaultier, avait déjà publié sur ce sujet un livre douloureux : *Les maladies sociales*[1]. Aujourd'hui, c'est un médecin, le Dr Héricourt, qui entreprend d'éclairer l'opinion publique, par des arguments avant tout d'ordre scientifique, sur « les quatre grands fléaux dont souffrent toutes les sociétés modernes, qui menacent particulièrement la société française, fléaux plus terribles encore que la plus terrible des guerres, et qui sont : la tuberculose et la syphilis, maladies d'origine parasitaire; l'alcoolisme, maladie par intoxication, et la stérilité, trouble fonctionnel ».

D'une façon générale, l'auteur étudie chacune de ces maladies dans ses causes et dans ses formes d'abord, puis dans son étendue et sa gravité, dans ses conséquences éloignées au point de vue de la valeur de la race, dans les remèdes qu'on lui a opposés dans le passé et dans ceux qu'il conviendrait de lui opposer dans l'avenir.

En ce qui concerne la *tuberculose*, M. Héricourt s'attache à faire ressortir le rôle de la contagion, entretenue par le grand nombre de demi-malades, encore capables d'activité, qui vivent au dehors comme les gens sains, bien que porteurs de lésions pulmonaires sécrétantes et bacillifères, et qui favorise à tel point l'extension de la maladie qu' « on peut affirmer qu'il n'existe qu'un nombre très limité de citadins qui échappent à l'infection tuberculeuse ». Parmi les causes adjuvantes, l'auteur attribue, à côté des facteurs connus : mauvaise hygiène, air confiné, surmenage, alcoolisme, une importance prépondérante à l'hérédo-syphilis, hypothèse qui nous paraît reposer sur des bases encore fragiles. — Dans la lutte contre la tuberculose, les sanatoriums et dispensaires ne sont que des œuvres philanthropiques d'une utilité contestable; ce ne sont pas des armes contre la contagion. Dans les hôpitaux, les phtisiques, s'ils ne viennent pas mourir, ne font que passer en contagionnant quelques voisins. Le seul moyen de lutte efficace, c'est l'isolement du tuberculeux contagieux : isolement à domicile quand il pourra être assuré, isolement dans des stations sanitaires spéciales pour les autres, avec la déclaration obligatoire de la tuberculose comme corollaire nécessaire. Les charges résultant de cette mesure seraient évidemment très lourdes, mais M. Héricourt pense qu'« il vaut mieux nous ruiner un peu pour éviter d'être tuberculeux, que nous ruiner tout à fait pour entretenir des tuberculeux ». On sait que le Gouvernement a récemment déposé devant les Chambres un projet de loi dans ce sens, et que le principe de la déclaration obligatoire, bien que très combattu dans le corps médical, a été approuvé par l'Académie de Médecine à une majorité de plus des deux tiers des votants.

Si le péril tuberculeux est grave, le péril *syphilitique* apparaît comme peut-être encore plus redoutable à l'heure actuelle. Avant la guerre, l'avarie atteignait, d'après l'auteur, au moins le tiers de la population masculine adulte. Elle fait sentir son influence, tant par les accidents secondaires graves ou mortels qui se développent chez l'individu infecté ou la stérilité qu'elle provoque souvent chez la femme, que par sa transmission à la descendance, au travers de plusieurs générations, soit sous sa forme infectieuse rapidement mortelle, soit sous forme de tares aussi nombreuses que variées. Depuis la guerre, d'après les statistiques du Prof. Gaucher, la fréquence de la syphilis, sous l'influence du relâchement moral de beaucoup de milieux, a bien augmenté d'un tiers, sinon de moitié, et la génération de la grande guerre, si elle est « pauvre en unités », sera « riche en hérédo-syphilitiques ». — En l'absence d'une médication vraiment stérilisante de la syphilis, qui supprimerait le problème de la lutte contre ce fléau (l'auteur conteste la réalité des cures radicales par les arsénobenzols et autres produits similaires, qui sont tout au plus d'actifs cicatrisants), le Dr Héricourt étudie les diverses mesures d'ordre public qu'on a préconisées pour l'enrayer. Une fois de plus est fait le procès de la réglementation de la prostitution ou de la police des mœurs, qui s'est montrée complètement inefficace contre l'extension de la maladie. La contamination syphilitique dérivant d'actes volontaires, c'est à la volonté qu'il faut s'adresser pour lutter contre elle. On agit sur la volonté de deux façons : par la crainte ou par l'intérêt. L'éducation des jeunes gens des deux sexes, en matière de péril syphilitique, réalise la première manière; il faut l'organiser sur une grande échelle. La persuasion par l'intérêt serait réalisée par une loi consacrant le délit pénal de contamination intersexuelle, loi établissant l'égale responsabilité de l'homme et de la femme en matière de contagion syphilitique[1]. Le corollaire de ces mesures serait la suppression de la prostitution officielle.

Des ouvrages nombreux, et de volumineux, ont été écrits depuis un demi-siècle sur la question de l'*alcoolisme*. M. Héricourt n'a pu que résumer brièvement les éléments du problème et signaler l'étendue actuelle du mal : depuis 50 ans, la consommation de l'alcool a doublé en France, et ce pays se trouve maintenant à la tête des autres sous ce rapport[2]. En même temps, la criminalité, l'aliénation mentale, la tuberculose, les suicides, qui marchent de pair avec l'alcoolisme, ont suivi une progression parallèle. L'état de guerre, comme pour la syphilis, a encore aggravé cette situation, et l'entrée en grandes masses de l'ouvrière à l'usine a multiplié les cas, jusqu'alors rares, d'alcoolisme féminin.—

1. Hachette et Cie, Paris, 1913.

1. Un projet de loi de cette nature a été proposé en 1903 par la Commission extraparlementaire du Régime des mœurs et approuvé par la Société française de Prophylaxie sanitaire.

2. Voir entre autres A. Wauclin : La consommation des boissons alcooliques dans le monde, dans la *Rev. gén. des Sciences* du 30 janv. 1916, t. XXVI, p. 60-62.

L'action des ligues anti-alcooliques, l'éducation antialcoolique à l'école et dans les casernes, la prohibition de l'absinthe, la loi (malheureusement incomplète) sur la limitation des débits de boisson constituent des mesures tout à fait insuffisantes pour enrayer l'alcoolisme. L'auteur ne voit qu'un remède radical : la prohibition absolue de toutes les boissons alcooliques autres que les boissons dites hygiéniques (avec son corollaire obligé : le développement de la consommation de l'alcool industriel pour le chauffage et la force motrice). On sait quels obstacles puissants, d'ordre électoral surtout, s'opposent à l'adoption de la première de ces mesures. Aussi la conclusion de cette troisième partie de l'ouvrage est-elle plutôt pessimiste : « Et l'alcoolisme sévira toujours ! »

La dernière maladie des sociétés envisagée par M. Héricourt est la *stérilité*. Sans être la seule atteinte par ce mal, la France est incontestablement le pays où il sévit le plus fortement. Chaque année, la dépopulation y va s'amplifiant, non par suite d'une mortalité excessive, mais à cause d'une natalité insuffisante, qui baisse régulièrement ; là encore la guerre a singulièrement aggravé la situation. Cette natalité défaillante n'est nullement la conséquence de la stérilité physiologique (la proportion des ménages inféconds est sensiblement la même chez nous que dans les autres pays), mais bien d'une restriction volontaire de la procréation, à laquelle on peut attribuer des causes diverses : ambition du père pour son enfant, amour du luxe et des plaisirs, développement des idées féministes modernes, qui jette la femme hors du foyer et l'arrache à sa fonction naturelle. — Les remèdes proposés contre la dépopulation sont de trois ordres : moral, économique ou fiscal, pénal. Parmi les premiers, l'auteur discute : l'institution du vote plural, d'après le nombre des enfants; l'extension de la liberté de tester; les faveurs à accorder aux familles nombreuses; l'imposition spéciale et directe des célibataires et des ménages sans enfants; l'institution d'une prime à la natalité. Les moyens d'ordre pénal doivent consister dans une défense énergique contre la propagande malthusienne anticonceptionnelle, et dans l'application stricte de la loi contre l'avortement volontaire après la conception, favorisée par la correctionalisation du crime d'avortement. « Au total, dit M. Héricourt, le mal est si grave, et la thérapeutique si urgente, qu'il est indiqué de faire intervenir toutes les influences, même celles en apparence les moins efficaces. »

La question de la *natalité*, et spécialement de la natalité française, est traitée d'une façon encore plus approfondie dans un autre ouvrage de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique*, dû à la plume de M. Gaston Rageot.

L'auteur commence par y dissocier le problème de la natalité des théories de la population, confusion qu'ont toujours faite les démographes. La population, où entrent des facteurs tels que l'émigration et l'immigration, la mortalité, ne peut être étudiée que pour l'ensemble d'un pays : elle est un fait proprement *statistique*. Il n'en est plus de même de la natalité, qui dépend de facteurs nettement *psychologiques* : la famille, la religion, l'amour, la société, etc. (M. Rageot rend ici hommage à Arsène Dumont, qui fut le premier à dégager cette idée). L'étude de ces différents facteurs amène l'auteur à formuler quelques lois générales de la natalité :

1° La natalité est, dans un état, l'indice statistique du bon ou mauvais fonctionnement de la famille;

2° Il y a, quel que soit le degré de civilisation d'un état, natalité élevée dans cet état lorsque le régime familial s'y trouve adapté, économiquement et moralement, au régime social;

3° L'évolution de l'un et l'autre régime n'est pas nécessairement parallèle : il y a action et réaction mutuelle, mais avec un retard plus ou moins long. La résultante est le statut juridique de la famille;

4° Parmi les crises sociales qui influencent directement la natalité, les crises économiques tendent à la surpopulation, les crises politiques à la dépopulation. La concordance des deux espèces de crises n'en compense point les effets respectifs; elle les compose, au contraire, et tend à provoquer une oliganthropie chronique.

Passant alors au problème des conditions particulières de la natalité en France, l'auteur montre que la baisse de la natalité est ici principalement imputable, d'une part à la crise du droit paternel, conséquence d'un individualisme mal compris, et surtout à l'état d'esprit de la femme française, en qui l'amoureuse a successivement éclipsé l'épouse, puis la mère; les classes sociales les plus atteintes coïncident avec celles où prédomine le développement romanesque. Mais cette instabilité familiale serait elle-même une conséquence du mouvement démocratique en France, ce qui amène M. Rageot à cette conclusion finale : « La crise française est due à la désadaptation d'une famille monarchique et chrétienne dans une démocratie égalitaire et laïque. »

Dans une dernière partie de son ouvrage, l'auteur étudie les divers remèdes qui ont été proposés pour provoquer le relèvement de la natalité : sans méconnaître leur valeur, il voit surtout la solution du problème dans une « réforme des mœurs », aboutissant à l'institution d'une véritable démocratie, animée d'un idéal vivant et vivifiant. La guerre a fait sourdre les énergies profondes du pays; peut-être aura-t-elle pour conséquence cet autre sursaut de volonté nécessaire au rétablissement d'une natalité normale, qui seul peut permettre à la France de profiter complètement de sa victoire.

Les deux livres du Dr Héricourt et de M. G. Rageot sont à lire et à méditer par tous ceux que préoccupe l'avenir de notre nation.

A. Wauclin.

5° Sciences diverses

Soulier (Edouard). — **La Hollande amie.** — *1 vol. in-12 de 126 p.* (*Prix : 3 fr.*). *Berger-Levrault, éditeurs, Paris, Nancy, Strasbourg*, 1919.

Cet ouvrage est le fruit des observations et impressions que M. Edouard Soulier a rapportées d'une mission aux Pays-Bas. Il nous présente l'état de l'opinion hollandaise vis-à-vis de la France sous un jour auquel une certaine presse ne nous a point habitués. Il est des Hollandais qui ont vu surtout dans la guerre une occasion de profits; il en est qui, encore aujourd'hui, conservent des sympathies germaniques. Ce n'est là qu'une petite minorité : de par son histoire même, qui a été pendant plusieurs siècles une lutte pour la liberté religieuse et politique, le peuple hollandais ne pouvait être, devant la guerre de 1914, qu'un convaincu d'avance de la justice de la cause des Alliés. Comment il l'a prouvé par sa générosité inlassable vis-à-vis des réfugiés belges, français, par la fondation d'hôpitaux pour les blessés en France et dans les Balkans, par le nombre de ses fils qui se sont enrôlés au service de la France, par les diverses manifestations de l'opinion publique au cours de ces dernières années, M. Soulier le détaille en une série de chapitres fort bien documentés, qu'on lit avec un intérêt soutenu. Il termine en adjurant ses compatriotes de mettre à profit cette sympathie hollandaise, sincère et profonde, pour l'établissement de relations plus intimes dans le domaine intellectuel et le domaine commercial. La *Revue générale des Sciences*, qui compte depuis longtemps de nombreux collaborateurs et lecteurs parmi les savants hollandais, ne peut que souligner cet appel.

L. B.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Juin 1919

M. **Em. Bourquelot** est élu membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. Jungfleisch, décédé.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Em. Picard, B. Baillaud** et **Ferrié**: *Sur un projet du Bureau des Longitudes relatif à la détermination d'un réseau mondial de longitudes et de latitudes.* Ce projet revient à constituer autour de la Terre un polygone fermé, comportant un petit nombre de sommets. Celui-ci peut être fixé à 3, situés dans l'hémisphère Nord, sur des méridiens écartés de 8 heures les uns des autres. On déterminerait les latitudes des 3 points à l'astrolabe à prisme, et d'autre part les différences de longitude entre les sommets successifs, en effectuant les comparaisons des pendules au moyen de signaux émis par des stations radiotélégraphiques puissantes et bien choisies. La somme des différences de longitude ainsi déterminées devant être de 360°, on aura là une vérification qui donnera l'idée du degré d'approximation des résultats des opérations. Les points qui paraissent avoir la situation la plus favorable pour la réalisation du projet sont Paris, Shanghaï et la région de San Francisco. — M. **G. Bigourdan**: *Sur l'unification du temps astronomique et du temps civil.* L'auteur annonce qu'aux Etats-Unis la Commission de l'*American Ephemeris* a décidé qu'à partir du 1er janvier 1925 cette éphéméride compterait le temps astronomique à partir de minuit, comme dans l'usage civil. Les lords de l'Amirauté anglaise viennent de se rallier à cette proposition, en ce qui concerne le *Nautical Almanac*. Enfin le Bureau des Longitudes a pris la même décision pour la *Connaissance des temps*. — M. **Marti**: *Sur un procédé de sondage en mer, à bord d'un bateau en marche, basé sur la propagation du son dans l'eau.* On fait détoner une petite charge d'explosif dans l'eau, à côté du bateau en marche. Un microphone, immergé à une très faible profondeur et fixé au bateau à une distance connue du point d'explosion, recueille d'abord la détonation, puis l'écho provenant de la réflexion sur le fond. Ces deux bruits sont enregistrés sur un chronographe permettant de lire avec une grande précision l'intervalle de temps qui les sépare. Etant donnés cet intervalle et la vitesse moyenne du son dans l'eau de mer, dans les conditions de l'expérience, une formule simple donne la hauteur d'eau, en tenant compte de la profondeur du point d'explosion, de celle du microphone, de leur distance mutuelle et de la vitesse du bateau. La précision des lectures des tracés est d'environ 1/1.500e de seconde, ce qui correspond à une approximation de 1 m. pour la profondeur. — M. **L. Dunoyer**: *Sur les erreurs d'estime que peut entraîner la connaissance incomplète du régime aérologique.* Dans la traversée par les aéroplanes de courants aériens contigus et opposés, et pour un parcours égal à la largeur d'un de ces courants, les erreurs d'estime atteignent facilement une fraction très importante du trajet total; en outre, elles peuvent être beaucoup plus grandes si l'on fait la correction de dérive au voisinage du point de départ sans la rectifier en cours de route, que si l'on ne tient aucun compte du vent. Ces constatations font ressortir l'importance capitale que présente la détermination, à bord même de l'avion, de la route à suivre au compas, en tenant compte du vent réel au sein duquel on vole.

2° Sciences physiques. — MM. **H. Abraham** et **Eug. Bloch**: *Sur la mesure en valeur absolue des périodes des oscillations électriques de haute fréquence.* En utilisant un multivibrateur riche en harmoniques, dont la fréquence fondamentale est comparée directement à celle d'un diapason, et par lui à la seconde fondamentale, et en combinant son emploi avec une méthode de résonance électrique, qui permet de comparer les harmoniques du multivibrateur aux oscillations propres d'un circuit de haute fréquence, on détermine directement en valeur absolue la période du circuit oscillant. La précision globale atteinte dans l'ensemble des opérations est au moins du millième. Ce procédé de comparaison peut être rapproché de celui de Michelson pour comparer directement l'unité de longueur aux longueurs d'ondes lumineuses. — M. **de Mallmann**: *Sur les systèmes chlore-acide hypochloreux-hypochlorite de soude.* Quand on mélange Cl, ClOH et ClONa, il se produit la réaction réversible : $Cl^2 + ClONa + H^2O \rightleftarrows 2ClOH + NaCl$. Il en résulte que: 1° un mélange réalisé à partir de solutions pures de Cl et ClONa de teneur connue doit sembler fixer du Cl ; 2° la quantité de Cl ainsi stabilisée doit être fonction du rapport Cl/ClONa des quantités mélangées et décroître quand ce rapport croît; 3° cette fixation apparente de Cl ne doit pas se produire dans les mélanges Cl + ClOH, si bien qu'en acidifiant un mélange Cl + ClONa par H^2SO^4 on doit pouvoir effectivement récupérer tout le Cl libre; 4° un mélange binaire de ClOH + NaCl doit perdre du Cl par simple ventilation. — M. **M. Boll**: *Evolution des solutions très diluées d'acide tétrachloroplatinique dans l'obscurité complète et à diverses températures.* Elle a lieu suivant la réaction: $2\,PtCl^4(OH)^2H^2 + 7H^2O \longrightarrow PtCl(OH)^5H^2.Pt(OH)^6H^2 + 7HCl$. Aux environs de 12°,5, la réaction est très lente, puisqu'elle est effectuée à moitié en 26 jours et aux 9/10 en 260 jours. La réaction est 400 fois plus rapide vers 100° qu'à la température ordinaire : elle est effectuée à moitié en 8 minutes et aux 9/10 en 1 heure. — MM. **G. Chavanne** et **L. J. Simon**: *Températures critiques de dissolution dans l'aniline des principaux carbures d'hydrogène renfermés dans les essences de pétrole.* Lorsque deux liquides ne sont pas entièrement miscibles à la température ordinaire, il peut arriver qu'ils le deviennent à une température plus élevée : cette température dépend de leur proportion. Mais il y a une température au delà de laquelle le mélange est homogène quelle que soit sa composition : c'est la température critique de dissolution TCD. Les auteurs ont déterminé les valeurs de la TCD avec l'aniline des constituants hydrocarburés essentiels ou les plus probables des essences de pétrole bouillant au-dessous de 150°. Les carbures acycliques linéaires ont des TCD dans l'aniline très voisines; moyenne 71. Il en est de même des carbures acycliques renfermant un groupe CH^3 substitué en β; moyenne : 74,4. Pour des carbures isomères, la TCD et la densité suivent une marche inverse. — MM. **J. E. Abelous** et **J. Aloy**: *Interversion du saccharose par ionisation mécanique de l'eau.* L'interversion du saccharose en solution aqueuse nécessite l'ionisation de l'eau. L'eau distillée pure n'est que très faiblement ionisée; mais on peut augmenter notablement son ionisation par de simples actions mécaniques, comme la pulvérisation. Il était donc à prévoir que la simple pulvérisation d'une solution de saccharose dans l'eau distillée donnerait une certaine quantité de sucre interverti. C'est ce que les auteurs ont vérifié. L'addition d'un électrolyte augmente l'interversion; celle d'un antiseptique l'entrave.

3° Sciences naturelles. — M. **M. Mascré**: *Sur le rôle de l'assise nourricière du pollen.* De ses observations sur l'étamine du *Datura arborea* L., l'auteur conclut: Entourant de très bonne heure le massif pollinique, le « tapis » (ou assise nourricière) n'est pas simplement traversé par le courant nutritif. Il accumule d'abord les substances nutritives à l'état dissous dans les vacuoles primitives; puis il les transforme; il élabore des graisses, de l'amidon, des vésicules deutoplasmiques; à cette phase d'élaboration correspond un chondriome bien différencié; dans la dernière phase de son évolution,

il livre au pollen les matières élaborées, puis il dégénère. Les modifications nucléaires sont en rapport étroit avec cette évolution fonctionnelle. Il y a multiplication des noyaux pendant la période d'accumulation des réserves; il y a fusion ultérieure des noyaux lorsque la cellule s'appauvrit. — M. **A. Vandel** : *Sur le déterminisme des deux modes de reproduction d'une Planaire :* Polycelis cornuta *Johnson*. Le *Polycelis cornuta* Johnson présente deux modes de reproduction: l'un par voie sexuée, avec œufs pondus au nombre de 15 à 20 dans un cocon; l'autre par voie asexuée, avec scission transversale brusque et régénération des parties manquantes. D'une façon générale, les animaux possédant des organes copulateurs plus ou moins développés ne se coupent jamais ; ce qui empêche la fragmentation, ce n'est point la présence des glandes génitales elles-mêmes, mais bien plutôt d'organes musculaires et résistants qui s'opposent au déchirement des tissus. La température a une action manifeste sur la multiplication des glandes génitales et la formation des organes copulateurs ; celles-ci n'ont lieu qu'entre 5° et 10°. — M. **H. Piéron** : *Du rôle joué par les pertes physiologiques d'énergie dans la relation qui unit le temps de latence sensorielle à l'intensité de l'excitation.* Le renouvellement de l'excitation tend à diminuer, à annuler pratiquement, dans des limites naturellement assez étroites de durée, la fuite physiologique d'énergie qui apparaît nettement dans le cas de l'excitation continue; et cette différence entraîne une modification dans l'allure de la courbe de décroissance des temps de latence: la durée liminaire est plus grande, la phase de sommation efficace étant allongée, et la décroissance est plus lente.

Séance du 10 *Juin* 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Rateau** : *Théorie du vol des aéroplanes aux diverses altitudes. Prédétermination de la hauteur du plafond.* La théorie analytique exposée par l'auteur permet de déterminer, avec une bonne approximation, par la résolution de simples équations du 2e degré, toutes les circonstances du vol horizontal (en palier) d'un aéroplane aux diverses altitudes, en particulier la hauteur du plafond; elle suppose, bien entendu, la connaissance préalable des caractéristiques de l'avion, de l'hélice et du moteur.

2° Sciences physiques. — M. **C. E. Brazier** : *Influence de la distribution verticale des températures sur les vitesses du vent mesurées au voisinage du sol.* Les recherches de l'auteur l'ont amené aux conclusions suivantes: 1° Quelles que soient la grandeur et la direction du gradient, les vitesses du vent mesurées à la terrasse du Bureau central météorologique (21 m. au-dessus du sol) sont en moyenne plus faibles, pour une même valeur du gradient, quand il y a inversion de température que dans le cas contraire. 2° A la terrasse du Bureau central, la vitesse du vent correspondant à un gradient donné croît progressivement à mesure que le décroissement de la température dans la couche de 300 m. devient plus accusé. Ces premiers résultats montrent que le rapport (vitesse du vent : gradient), à la hauteur où sont placés nos anémomètres, est trop fortement influencé par la distribution verticale des températures pour que l'on puisse négliger cette dernière donnée dans la détermination expérimentale de la loi reliant la vitesse du vent dans les couches basses de l'atmosphère à la valeur du gradient. — M. **F. Michaud** : *Pression de vapeur des liquides en lames minces.* L'auteur démontre que, de même que la tension superficielle, la tension de vapeur d'une lame liquide devient, à partir d'un certain degré d'amincissement, fonction de l'épaisseur de la lame. Il en est de même lorsque la lame liquide est étendue sur un autre liquide. Ainsi la pression de vapeur de l'huile en couche mince sur l'eau n'est que le 1/5.000e de la pression de vapeur normale de saturation. Ce résultat montre que les pellicules liquides étendues sur l'eau peuvent avoir une extrême fixité. — M. **R. Fosse** : *Le mécanisme de la formation artificielle de l'urée par oxydation et la synthèse des principes naturels chez les végétaux.* L'oxydation de très petites quantités de glucose, au sein de l'ammoniaque concentrée, engendre des proportions considérables d'acide cyanique et d'urée. Après tautomérisation par la chaleur du cyanate d'Am, le rendement en urée peut dépasser 70 % du glucose mis en expérience. Une molécule de glucose est susceptible de donner plus de 2 molécules d'urée. Le rendement en urée atteint des valeurs incomparablement plus fortes en oxydant, dans les mêmes conditions expérimentales, le plus simple des hydrates de carbone, l'aldéhyde formique, ou son dérivé ammoniacal l'urotropine; 100 parties de CH^2O peuvent produire 140 parties d'urée.

3° Sciences naturelles. — M. **Ph. Glangeaud** : *Le groupe volcanique adventif ou de superposition du Massif du Mont-Dore.* Ce territoire éruptif, superposé en partie sur le flanc NNE du volcan de Sancy, comprend une dizaine de collines trapues, aux sommets arrondis, dont l'altitude varie entre 1332 et 1729 m. Ce massif adventif contraste avec les trois centres principaux du Mont-Dore par la forme et le groupement de ses édifices volcaniques, orientés principalement NS, par l'uniformité assez grande de ses laves, presque toutes acides, et par la postériorité de ses éruptions. Les glaciers ont recouvert le massif adventif, sur lequel on observe des niches bien caractéristiques. — M. **G. Bertrand** : *Sur les conserves de fruits préparées à froid, sans addition de sucre, d'alcool, ni d'antiseptique.* D'après les expériences de l'auteur, il est possible de conserver des fruits par soustraction de l'air, dans des flacons remplis d'eau, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter du sucre ou une autre substance, ni même de chauffer. Le rendement peut être amélioré en tenant les flacons à la cave ou dans un endroit frais et en n'exagérant pas la durée de mise en garde.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 *Juin* 1919

MM. **H. Hartmann** et **A. Peyron** : *Placentomes et choriomes du testicule.* Dans le testicule, lieu d'élection des embryomes avec l'ovaire, on peut observer une série de tumeurs à complexité croissante, correspondant aux stades successifs du développement de l'œuf, de l'embryon proprement dit et du fœtus. Dans ces diverses tumeurs, la prolifération du trophoblaste, formation chargée normalement d'assurer les liens entre l'embryon et la mère, peut l'emporter et constituer soit un placentome identique au placentome utérin, soit un choriome caractérisé par des éléments embryonnaires spéciaux. — M. **Walther** : *Note sur le traitement chirurgical des cicatrices des blessures de guerre.* L'auteur croit qu'il ne faut pas prolonger au delà des limites raisonnables le traitement excellent, indispensable, des cicatrices des blessures de guerre par le massage et la gymnastique, et qu'il y a toujours lieu, lorsqu'au bout d'un certain temps, variable selon les lésions, l'état fonctionnel reste stationnaire, d'envisager l'indication d'une opération. Celle-ci doit comporter une résection large et une réfection soigneuse au moyen des parties saines. On obtient ainsi des résultats inespérés et l'on voit disparaître des troubles fonctionnels qui paraissaient définitifs. L'auteur préconise la création de services spéciaux pour le traitement de ces cicatrices. — M. **L. Rénon** : *Une épreuve de guérison de la tuberculose pulmonaire.* L'auteur soumet les tuberculeux présumés guéris à une épreuve d'adaptation progressive à l'activité. Elle porte sur une durée de 3 mois et consiste à faire travailler le malade d'abord quelques heures un jour sur deux, puis de plus en plus jusqu'à la journée complète. S'il ne se produit ni élévation de température, ni toux, ni expectoration nouvelle, ni le moindre râle à l'inspiration, il y a grandes chances pour que la situation se maintienne bonne par la suite. L'époque de l'année la plus favorable pour tenter l'épreuve est la fin de l'été et l'automne.

Séance du 10 Juin 1919

MM. **Ch. Dopter** et **Rieux** : *La javellisation des eaux de boisson aux armées françaises pendant la guerre.* Les auteurs donnent la description des appareils à javellisation automatique, imaginés et appliqués dans les armées françaises dans les deux dernières années de la guerre, et qui sont : l'appareil à arrêt automatique système Vila, les appareils Bunau-Varilla, G. Vienne, Reignard-Salaneuve et Piault. Ces appareils ont présenté des avantages incontestables sur tous les autres procédés. Ainsi qu'en font foi de nombreuses analyses bactériologiques, ils ont assuré la disparition complète du colibacille dans les eaux les plus polluées. De plus, en opérant un brassage énergique de l'eau à épurer, ils ne nécessitent qu'une dose de chlore moitié moindre qu'avec les procédés antérieurs, d'où également disparition du goût désagréable des eaux javellisées dans des tonneaux. — M. le Dr **Marage** : *Causes et durées de certaines surdités de guerre.* L'auteur a reconnu que les ondes de choc développées dans l'éclatement d'un obus explosif sont caractérisées par : *a*) des pressions initiales de l'ordre de 150 à 300 kg.; *b*) des vitesses initiales de l'ordre de 2.000 à 3.000 m.; *c*) l'amortissement rapide de ces pressions et vitesses qui s'annulent pratiquement après un parcours de 50 à 60 m.; *d*) la répartition des ondes condensées suivant quatre gerbes avant, arrière et latérales, laissant entre elles des secteurs morts où prennent naissance des ondes dilatées. Ces répartitions inégales des pressions permettent d'expliquer pourquoi les phénomènes cliniques observés sont si variables; cela dépend de la partie de la zone explosive dans laquelle se trouvent les combattants. De plus, ces surpressions énormes doivent produire dans certains cas des lésions définitives de surdité et de surdimutité. — M. le Dr **A. Castex** : *Oreille et surdité du musicien.* L'auteur a reconnu que la surdité, chez le musicien, dénature l'intensité, la hauteur et le timbre, c'est-à-dire les caractères propres des sons. 1° *L'intensité.* L'oreille qui devient scléreuse ne perçoit plus que les sons aigus et les cuivres; elle n'entend rien des paroles que prononce le chanteur. 2° La *hauteur.* Il y a des diplacousies : une oreille entend juste, et l'autre un demi-ton ou même un octave au-dessous. Il y a aussi des perceptions fausses de tonalité, des persistances prolongées de sons. 3° Le *timbre.* Les sons perdent leur musicalité et ne sont plus perçus que comme de simples bruits, ou bien les instruments semblent avoir un timbre nasillard, argentin. — M. **L. C. Maillard** : *Sur l'origine et la signification de l'acide acétylacétique.* La production de l'acide acétylacétique dans l'organisme est expliquée couramment par la théorie de la β-oxydation. L'auteur suggère la possibilité de la formation par simple désamination réductive de dipeptides nés de la désassimilation protéique. Il a observé, en effet, que, dans un milieu renfermant de la cycloglycylglycine, de la glycérine et une levure travaillant en milieu presque anaérobie, il s'est formé de l'acide acétylacétique par désamination et hydrogénation du dipeptide. — M. **Ch. Sauvineau** : *L'origine cérébrale du strabisme et son traitement par les verres de couleur complémentaire* (voir p. 396). — M. le Dr **A. Zimmern** : *La radio-sensibilité des glandes à sécrétion interne. Application à la surrénale.* Grâce à une localisation aussi précise que possible du faisceau de rayons X, l'auteur a pu irradier la glande surrénale d'une façon suffisante pour observer des modifications histologiques chez l'animal, fonctionnelles chez l'homme, sans avoir à déplorer ni accidents cutanés, ni lésion rénale. Chez le chien, la surrénale normale présente après irradiation des lésions accusées (cytolyse) de la corticale; la glomérulaire est peu ou pas modifiée. Chez l'homme présentant une surrénale en hyperfonctionnement (c'est-à-dire chez des malades avec le syndrome d'hypertension permanente), l'irradiation a provoqué, au bout de 48 h. à 10 jours, un abaissement de la tension artérielle, qui s'est prolongé pendant plusieurs mois.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 31 Mai 1919

M. **A. C. da Costa** : *Sur le processus de formation de l'amnios chez le Miniopterus Scheibersii Natterer.* Il se forme dans le bouton embryonnaire une cavité amniotique primordiale, close, puis le toit de la cavité se disloque, l'ectoderme se sépare du trophoblaste par une fausse cavité amniotique, la vraie se formant lorsque l'amnios définitif se constitue par des plis. — MM. **R. Debré**, **R. Letulle** et **L. Sergent** : *Valeur des granulations de Babès pour le diagnostic de la diphtérie et la recherche des porteurs de germes.* La double coloration met en évidence les granulations polaires. Parmi les faux bacilles diphtériques, seule une espèce (*Bacterium cutis commune*) est pourvue de granulations vraies; elle ne se trouve jamais dans le pharynx. Inversement, dans une colonie de bacilles diphtériques, il se trouve toujours un certain nombre de bâtonnets pourvus de granulations polaires authentiques. — M. **E. Wollman** : *Elevage aseptique des larves de la mouche à viande sur milieu stérilisé à haute température.* Des larves de *Calliphora* se développent beaucoup moins bien sur la viande stérilisée à des températures très élevées : 122°-125°, que lorsqu'on a soin de ne pas dépasser 115°. Le fait s'explique par la destruction de certaines substances (vitamines) ou bien par des modifications de la consistance (coagulation). — M. **Léopold Levi** : *Des angiocriniens.* Sujets présentant d'une façon paroxystique et répétée des troubles vaso-moteurs, congestifs, des fluxions sanguines et sécrétoires d'origine endocrinienne. Ils simulent des maladies et peuvent conduire à des interventions chirurgicales injustifiées. L'opothérapie simple, thyroïdienne, ovarienne, surrénalienne ou combinée met à l'abri des congestions et des œdèmes. — M. **L. Launoy** et Mme **S. Debat-Ponsan** : *Sur la protéase du vibrion cholérique;* 1° Chez *l'homme* présentant une maladie nettement caractérisée déterminée par le vibrion cholérique; 2° chez *le cheval, le cobaye, le lapin* qui ne présentent pas d'épizooties dans lesquelles intervienne le vibrion cholérique : le sérum se comporte de la même façon, négative, en présence de la protéase de ce vibrion. — MM. **M. Caullery** et **F. Mesnil** : *Sur l'origine et la différenciation des testicules chez le* Xenocoeloma Brumpti. Le *Xenocoeloma*, à la différence de tous les Copépodes connus, est hermaphrodite. Les testicules sont des organes nouveaux, n'ayant pas leur équivalent chez les autres Copépodes et qui semblent, d'après leur développement, résulter d'une différenciation de la vésicule séminale. Dans ces conditions, les éléments sexuels mâles dériveraient de l'ébauche de cette vésicule. — M. **A. Marie** : *Action de l'adrénaline vis-à-vis des toxines solubles.* L'adrénaline agit dans l'organisme des animaux en faisant disparaître le poison bactérien du sang, lequel continue à en contenir des quantités appréciables (toxine tétanique) chez les animaux témoins ayant reçu seulement la toxine. Cette neutralisation *in vivo* est due sans doute à une action indirecte de l'alcaloïde vis-à-vis de substances qui, à l'état normal, empêchent les anticorps indifférents, normaux, du sang d'être mis en évidence. — M. **E. F. Terroine** : *Rôle des divers aliments dans la nutrition* (*Observations à propos des recherches de M. Maignon*). Les points principaux sur lesquels s'appuie M. Maignon (toxicité, albumine, valeur du minima azoté plus faible de l'alimentation adipo-protéique, hydrate de carbone, transformation des albumines en graisses, existence d'un rapport adipo-protéique voisin de l'unité dans lait et viande) ne paraissent pas suffisamment établis pour que la conception de la supériorité des graisses sur les hydrates de carbone puisse être acceptée sans examen.

Séance du 7 Juin 1919

Mme **S. Vinaver** et M. **V. Frasey** : *Recherches expérimentales sur l'immunité anti-streptococcique.* On peut immuniser le cheval avec une seule dose relativement grande d'un streptocoque humain d'emblée virulent

pour la souris. Le cheval ainsi vacciné par une seule injection donne un sérum supérieur à celui qu'on obtient par une immunisation fractionnée et longue de plusieurs mois. Ce sérum, après 15 jours, montre déjà des propriétés préventives très actives, et non seulement contre le streptocoque qui a servi à l'immunisation du cheval, mais aussi contre des streptocoques étrangers. — M. H. **Roger** : *Action comparative du sang hémolysé et du sang autolysé.* La toxicité du sang hémolysé diminue, disparaît presque sous l'influence de l'autolyse, et l'action hypotensive est remplacée par une action hypertensive; seulement, les courbes ne sont pas semblables : avec les extraits de foie ou de poumon autolysé, les élévations sont rapides, très marquées, mais passagères; avec le sang autolysé, elles sont progressives, mais durables. — M. A. P. **Dustin** : *L'emploi des greffes mortes dans le traitement des lésions des nerfs.* D'une quinzaine d'interventions comportant la pose d'un greffon mort, l'auteur conclut que l'emploi des greffes mortes est justifié. Les greffons sont parfaitement tolérés; ils restent perméables et servent bien réellement de conducteurs aux jeunes axones. — M. J. **Nageotte** : *Sur la durée de conservation des greffons nerveux morts.* L'auteur a constaté que, jusqu'à 4 mois au moins, la durée de conservation du greffon nerveux n'influe pas sur le résultat fonctionnel de la greffe. — M. Ed. **Retterer** : *Du cortex de la racine des dents.* La racine possède des couches d'ivoire ou dentine de structure et d'évolution identiques à celles de la couronne; les dernières zones se transforment en un émail semblable à celui de la couronne. La racine s'entoure, de plus, d'une couche de tissu osseux, qui se développe comme celui des maxillaires aux dépens du tissu conjonctif inter-dento-maxillaire. C'est là l'origine du *cortical osseux* (*cément* des auteurs), tandis que le reste du tissu inter-dento-maxillaire reliant le cément au maxillaire persiste à l'état *fibreux* ou *ligamenteux*. — M. H. **Zwaardemaker** : *Radio-antagonisme et balancement des ions.* L'auteur estime que la nécessité absolue de la présence de la potasse parmi les constituants des solutions physiologiques est liée à sa radio-activité. Il a montré, en effet, qu'on peut remplacer la potasse ionique des fluides par tout autre corps radio-actif (rubidium, uranium, thorium, radium, ionium, etc.) pourvu qu'il puisse être maintenu en solution ou à l'état colloïdal, que la dose soit choisie convenablement (équi-radio-active) et que des propriétés toxiques ne l'empêchent pas d'agir. Toutefois, on note une incompatibilité des éléments légers et lourds dans les liquides physiologiques; l'auteur y voit un phénomène de radio-antagonisme, tandis que le balancement ionique de Loeb est un phénomène d'origine colloïdale.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Mai 1919

M. J. **Duclaux** : *Intervention de la Chimie dans la théorie du rayonnement calorifique.* A toute température les corps solides émettent des radiations lumineuses ou obscures. Ces radiations emportent de la chaleur qu'elles peuvent communiquer à d'autres corps. Les phénomènes de rayonnement réalisent donc la circulation de l'énergie entre la matière et l'éther. Suivant l'hypothèse des quanta, cette circulation se fait d'une façon discontinue. Mais cette hypothèse ne précise pas le mécanisme de l'émission lumineuse. L'énergie passe de la matière à l'éther : on voit bien ce qu'elle devient, mais on ne voit pas d'où elle vient. Le fait de la discontinuité semble cependant indiquer qu'il y a eu variation de structure. Selon une hypothèse émise antérieurement par l'auteur, la transformation est effectivement *de nature chimique*, c'est-à-dire qu'elle consiste en l'une des variations de structure qui font l'objet de la Chimie. Dans cette conception, *l'étude du rayonnement et la Photochimie ne sont qu'une seule et même chose, étudiée avec des préoccupations différentes.* Il y a un phénomène unique qui intéresse à la fois la matière et l'éther. Dans ce phénomène, la Physique retient ce qui intéresse l'éther; la Chimie retient ce qui intéresse la matière. Pour le montrer, il faut d'abord transformer l'expression de l'élément d'énergie rayonnée en y introduisant la température. A toute température toutes les longueurs d'onde sont émises, mais le rayonnement le plus intense à la température T est celui qui correspond à une longueur d'onde λ telle que $\lambda T = 0{,}294$. Ne considérant que celle-là, on pourrait exprimer l'élément d'énergie, non plus en fonction de λ, mais en fonction de T. Soit ε cet élément : sa valeur est $\varepsilon = 6{,}6.10^{-16}T$ (ergs). Donc, à toute température correspond un élément déterminé d'énergie ε. Il n'est pas le seul, puisque toutes les longueurs d'onde sont émises : les autres sont plus grands ou petits, mais on peut considérer cette dispersion des éléments d'énergie comme un phénomène correspondant à la dispersion des forces vives des molécules autour de leur valeur moyenne (dispersion des températures). Les deux sont évidemment sous la dépendance l'une de l'autre, et le ε *moyen* à chaque température est aussi bien défini que cette température elle-même. On aboutit ainsi à la formule suivante : Premier énoncé ou énoncé physique : *A la température* T *il se produit dans les corps des transformations discontinues, de nature indéterminée, mettant en jeu de l'énergie sous forme d'éléments indivisibles de grandeur* $6{,}6.10^{-16}T$. *Ces éléments d'énergie prennent dans l'éther la forme de rayonnement.* Voyons maintenant la question du côté chimique. On sait que la chaleur de vaporisation d'un liquide (rapportée à 1 molécule-gramme, sous la pression 76 cm.) est égale au produit de la température absolue d'ébullition par un facteur qui, pour les liquides normaux, est voisin de 21. Cette règle, dite de Pictet-Trouton, s'écrit : $L = 21\,T$ (calories). En divisant par la constante d'Avogadro, et exprimant le résultat en ergs, on a la variation d'énergie qui correspond à la vaporisation d'une molécule d'un liquide quelconque. Cette variation, désignée par ε', a pour valeur : $\varepsilon' = 13.10^{-16}T$. On a donc dans le phénomène de la vaporisation une transformation discontinue mettant en jeu de l'énergie sous forme d'éléments indivisibles de grandeur 13.10^{-16} T. Il suffit de relire le premier énoncé pour être frappé de la ressemblance : les éléments ε et ε' ont les mêmes dimensions, la même variation avec la température et sont du même ordre de grandeur. On retrouve des nombres analogues dans d'autres phénomènes, ceux-là purement chimiques comme la dissociation et la dépolymérisation. En exprimant les nombres trouvés en ergs par molécule-unité, ils deviennent :

13.10^{-16} T	(règle Pictet-Trouton),
environ 13.10^{-16} T	(règle Matignon),
12.10^{-16} T	(dépolymérisation).

Tous ces nombres sont non seulement du même ordre de grandeur, mais encore très voisins. Ils se rapportent à des phénomènes assez différents par leur nature. Mais tous ces phénomènes ont un élément commun : ils consistent *dans la rupture d'un lien entre deux atomes ou deux molécules.* D'ailleurs toute la chaleur absorbée n'est pas employée à rompre ce lien : une partie est transformée en travail extérieur ou se retrouve sous la forme d'énergie cinétique de la molécule libérée. Cette fraction ne peut être calculée que par approximation, mais l'erreur possible est pour le moment peu importante. En en tenant compte, les nombres deviennent :

11.10^{-16} T	(Pictet-Trouton),
10.10^{-16} T	(dépolymérisation).

On arrive ainsi à l'énoncé suivant : Deuxième énoncé ou énoncé chimique : *A la température* T, *il se produit dans les corps des transformations physico-chimiques réversibles discontinues, consistant dans l'établissement ou la rupture de liens entre les atomes, et mettant en jeu de l'énergie sous la forme d'éléments indivisibles de grandeur voisine de* 10.10^{-16} T. *Ces éléments circulent par l'intermédiaire de l'éther, où ils prennent une*

forme indéterminée. Il suffit de rapprocher cet énoncé du premier pour voir qu'ils sont exactement complémentaires. La Physique a besoin d'une discontinuité de grandeur déterminée, qu'elle ne sait où prendre, mais qui doit lui fournir le rayonnement qu'elle étudie. La Chimie dispose d'une discontinuité qui est précisément, en toutes circonstances, de même grandeur et dont elle ne sait que faire. Les deux se complètent et la discontinuité qu'elle étudie est évidemment la même. On peut donc dire que le rayonnement dissipe l'énergie rendue libre par la création de nouveaux liens, et réciproquement que la rupture de ces liens absorbe l'énergie du rayonnement. M. **Ed. Bauer** fait observer que les coïncidences remarquables mises en évidence par M. Duclaux peuvent être rapprochées des idées, récemment émises par M. Perrin, et qui tendent à préciser la dépendance étroite qui paraît relier les phénomènes chimiques et le rayonnement[1]. — M. **Ch. Féry** : *Fonctionnement de la sonnerie électrique. Expériences de cours.* I. On cite à tort dans les ouvrages élémentaires la sonnerie électrique comme le type d'une application simple de l'électro-aimant. Il est bien évident, en effet, que si l'établissement du courant dans l'électro avait lieu instantanément et si la rupture se faisait brusquement, tous les dispositifs dérivés du trembleur de Neef ne fonctionneraient pas. *Ce n'est que grâce à la self-induction* que la palette mobile est soumise à une force de retenue plus faible pendant sa période d'éloignement que la force attractive qui se produit pendant son retour vers l'électro. L'intensité pendant la période variable d'établissement du courant dans un électro-aimant est donnée en effet par la formule connue :

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right).$$

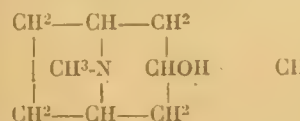
Cette expression ne permettrait d'ailleurs pas de calculer I dans l'électro de sonnerie, dont la réductance et par suite la self *varient* continuellement du fait du déplacement de l'armature. II. Une expérience simple permet de mettre en évidence devant un nombreux auditoire le rôle important joué par la self-induction dans tous les appareils dérivés du trembleur de Neef. On monte en série une sonnerie dont l'électro-aimant ne porte qu'une seule couche de fil, une bobine de self sans fer, un rhéostat et une pile. En ajustant convenablement le rhéostat, on arrive à entretenir faiblement le mouvement de la sonnerie. Si à ce moment on augmente la self-induction en plongeant un noyau de fer dans la bobine de self, le fonctionnement de la sonnerie devient normal. Il serait facile de trouver dans les ouvrages d'enseignement élémentaire des exemples plus simples d'application de l'électro-aimant : le trieur électromagnétique par exemple ou le télégraphe Morse. M. **A. Guillet** appelle l'attention sur la complexité du problème de l'entretien du mouvement d'un *électro-vibrateur*. En particulier, aucune règle quantitative ne saurait être formulée sans prendre en considération la position φ de l'organe vibrant à l'instant où le circuit est fermé puis ouvert, car l'aire du cycle d'entretien, qui mesure le travail compensateur des actions amortissantes, dépend tout à la fois des diverses inerties électromagnétiques qui assurent l'entretien du mouvement et de φ. Au point de vue pratique, la considération du courant apparent i et du courant statique I est elle aussi fondamentale, car, avec des retards très différents, on peut maintenir une même amplitude en agissant sur la phase d'attaque de manière à maintenir l'intensité apparente invariable. M. **A. de Broglie** remarque qu'à la complication déjà grande des phénomènes mis en jeu vient encore s'ajouter la variation d'hystérésis due aux ondulations électromagnétiques déclanchées par l'étincelle de rupture et qui constitue le principe des détecteurs magnétiques de Rutherford et de Marconi.

1. Voir la *Revue* du 30 juin 1919, p. 361.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 23 Mai 1919

M. **A. Béhal** : *Sur l'isolement et la caractérisation des alcools à l'état d'allophanates* (voir p. 357). — M. **M. Robert** : *Nouvelle colonne à distiller pour laboratoires* (voir p. 389). — M. **E. Fourneau** et Mme **Ramart-Lucas** : *Amino-alcools 1 : 3.* Les auteurs décrivent la préparation et les propriétés du méthyl-α-chloro-éthylcarbinol : CH^3-$CHOH$-CH^2-CH^2-Cl, de plusieurs de ses homologues et de leurs dérivés parmi lesquels il faut signaler surtout les aminoalcools à cause de leurs relations avec la tropine :



Les chlorhydrines s'obtiennent en traitant les dérivés organomagnésiens par le chloropropaldéhyde. Elles distillent sans décomposition et restent incolores; leurs éthers sont facilement obtenus quand on les chauffe avec des chlorures d'acides et qu'on distille directement le mélange. Les iodhydrines se préparent en chauffant les chlorhydrines avec l'iodure de sodium en solution acétonique. Plusieurs aminoalcools dérivant de la diméthylamine et de la diéthylamine sont décrits; ils sont tous plus solubles dans l'eau froide que dans l'eau chaude, ils peuvent être titrés directement par les acides en présence de tournesol; leurs sels sont incristallisables, sauf ceux des termes élevés : par contre, les sels de leurs dérivés benzoylés ou cinnamylés sont très bien cristallisés, ils sont doués d'une action anesthésique intense. Ce qui distingue ces dérivés des dérivés de la stovaïne, c'est leur neutralité au tournesol qui vient de ce que les fonctions aminées et alcooliques sont séparées par au moins un chaînon carboné. — MM. **E. Fourneau** et **M. Crespo** : *Alcoolyse des baumes.* Les baumes sont constitués par des mélanges de cinnamate et de benzoate de cinnamyle et de benzyle en proportions variables, et de résines. Seuls les éthers sont alcoolysés, les résines ne sont pas touchées. Les baumes sont chauffés à l'ébullition avec de l'alcool contenant 3 °/₀ d'acide chlorhydrique gazeux, la solution est neutralisée par du carbonate de soude et distillée dans un courant de vapeur d'eau; par distillation des éthers et des alcools entraînés, on sépare assez nettement un certain nombre de fractions. Chaque fraction est saponifiée par la soude alcoolique, et les acides qu'elle contient sont caractérisés par leur point de fusion, ou d'autres propriétés. Le *baume du Pérou* donne environ 40 °/₀ de produits entraînables par la vapeur d'eau, parmi lesquels on caractérise du styrol, le benzoate d'éthyle, le cinnamate d'éthyle, et un produit insaponifiable qui semble être identique au péruviol de Thoms. La proportion des acides benzoïque et cinnamique semble être équivalente. Le *baume de tolu* donne 20 °/₀ environ de produits distillés, parmi lesquels on peut caractériser un carbure terpénique, du benzoate d'éthyle et du cinnamate d'éthyle. Le *benjoin* fournit un mélange à parties égales de cinnamate d'éthyle et de benzoate d'éthyle sans alcool cinnamique. Le *storax* ne fournit que 5 °/₀ de liquide distillable, où l'on ne peut caractériser que de l'acide cinnamique et de l'alcool cinnamique. Les résultats obtenus par l'alcoolyse du storax sont intéressants par l'absence totale d'acide benzoïque et d'alcool benzylique; c'est une confirmation de l'hypothèse pour expliquer le mécanisme de la formation des éthers dans les baumes. Si la réaction dans les plantes passe par les phases : phénylalanine, acide cinnamique, benzaldéhyde, alcool benzylique, acide benzoïque, nous rencontrons le storax dans une plante où la réaction ne dépasse pas le deuxième terme et où le processus d'oxydation fournissant l'aldéhyde benzoïque ne se produit pas.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances d'Avril et Mai 1919

M. **L. Cayeux** résume une de ses publications *Sur l'inventaire des minerais de fer de la presqu'île armoricaine.* Les plus beaux minerais sont ceux du Calvados, qui renferment 53 °/₀ de fer. En Anjou, et sur la Basse-Loire, il y a une bande exploitable de 125 km. de longueur. On a là une réserve de près de 2 milliards de tonnes. Ces minerais sont très siliceux, privés de chaux, moyennement phosphoreux; ils conviennent à la fabrication des fontes de moulage. La situation éloignée de la frontière de ce nouveau bassin métallurgique milite en faveur d'une mise en exploitation, qui est toujours retardée par suite du refus de l'Etat qui laisse en souffrance plus de 50 demandes de concession. — M. **Dechambre** signale des *importations en France de jeunes vaches hollandaises venant des Etats-Unis.* Ce sont des types améliorés au point de vue laitier qui pourront peut-être conserver leurs aptitudes sous notre climat. — M. **René Berger** appelle l'attention *sur l'intensification de la production laitière* par l'accroissement du nombre des vaches et par le contrôle laitier qui élève le rendement individuel. — M. **Lafosse** apporte des renseignements *sur les Forêts de l'Alsace-Lorraine.* — M. **Schribaux** donne quelques indications sur la végétation du *Sorghum exiguum* (Herbe du Soudan) qui peut donner 20 tonnes de foin à l'hectare dans le midi de la France. — *La prorogation des baux à ferme* fait l'objet d'un rapport de M. **Petit**. L'Académie admet cette prorogation pour les fermiers et métayers qui ont été mobilisés. — *L'estimation des cheptels* a été étudiée par M. **Pluchet**. — M. **Michotte** apporte une étude d'ensemble sur les *Feux de forêts.* Il en déduit les mesures préventives et combatives qui peuvent être employées. — M. **Riverain** parle sur la question de *protection des familles nombreuses.* C'est un sujet qui n'est pas exclusivement d'intérêt rural, mais qui mérite cependant l'attention particulière du monde agricole. Le Syndicat des Agriculteurs de Loir-et-Cher a organisé un concours qui a réuni 72 familles comprenant 741 enfants et 424 petits-enfants. Des combinaisons financières de secours peuvent faire beaucoup pour fixer à la terre ces prolifiques familles, qui sont la base de notre tradition nationale et la force de notre défense en temps de guerre. L'initiative du Syndicat de Blois mérite d'être connue et imitée. — M. **Marcel Vacher** préconise une *nouvelle base d'estimation du cheptel.* Il propose d'augmenter la valeur d'estimation du cheptel de fer dans la proportion de 1 à 3, qui exprime l'augmentation de valeur actuelle du cheptel global. Cette modification réduirait les risques éventuels du métayer ou du fermier dans une large mesure. — M. **Foex** donne, *sur le Piétin du blé*, des observations faites dans ces dernières années. Il passe en revue l'influence de la succession des cultures, des engrais, des traitements au sulfate de fer. Il semble que l'apport de nitrate de soude, au printemps, favorise la céréale dans sa lutte contre le piétin. — M. **E. Bouvier** a suivi l'extension *des attaques de la Cochylis et de l'Eudémis dans la région parisienne en* 1918. — M. **P. Viala** signale les effets utiles des températures élevées et sèches, qui agissent défavorablement sur les éclosions. — M. **Chauvigné**, qui a réalisé des expériences suivies, affirme que la Cochylis et l'Eudemis sont détruits en 2e génération lorsque la chaleur solaire atteint 50 à 56° sur les œufs en incubation. — Le président de la Chambre de la Motoculture, M. **Julien**, donne le *compte rendu des semaines de motoculture* qui ont été organisées en vue d'orienter les efforts de la fabrication française et aussi pour vulgariser les résultats parmi les agriculteurs. Il précise heureusement certains côtés du problème agrologique de la motoculture : qualité du travail obtenu, résultats culturaux, mesures et constatations techniques. — MM. **A. Gouin** et **P. Andouard**, constatant la baisse des prix de 40 à 60 °/₀ des tourteaux d'arachide et de palmiste, en profitent pour apporter le résultat d'expériences sur l'effet *de l'alimentation du porc à l'aide des tourteaux.* La qualité de la viande ne présente pas de diminution. A la condition d'ajouter au tourteau un peu de poudre d'os, on a un développement normal du squelette. L'opération de l'élevage est des plus rémunératrices, même avec les prix excessifs qu'atteignent les jeunes gorets. — Quelques-uns des procédés mis en œuvre dans la guerre qui vient de finir paraissent susceptibles d'être appliqués à la destruction des insectes nuisibles à l'agriculture : M. le Dr **Gautier** organise des expériences *sur l'utilisation des gaz de combat et des lance-flammes.* Peut-être la lutte contre les Acridiens en Algérie pourrait-elle se servir de barrages produits par les lance-flammes. — M. **Massé** fait une communication *sur l'élevage du cheval belge en Allemagne.* Il en déduit la nécessité du retour en Belgique des animaux reproducteurs indispensables à l'agriculture belge. — M. **Mongenot** étudie la question *de l'exemption d'impôt pour les sociétés forestières.* Lorsqu'il s'agit d'une œuvre d'utilité publique, il y aura intérêt à exonérer d'impôt les personnes, ou les sociétés, comme celle qui s'est constituée dans le Rouergue, qui travaillent à reconstituer notre domaine forestier appauvri. On peut souhaiter pareille faveur pour les entreprises de reconstitution des châtaigneraies.

ED. GAIN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE

Séance du 8 Février 1919

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **A. Demoulin** : *Sur la transformation de Guichard et sur les systèmes K.* I : Etude de la transformation des surfaces que Bianchi a appelée transformation asymptotique et que l'auteur appelle transformation de Guichard. II : Quelques propriétés de la transformation de Lie. III : Etude des congruences de cercles que l'auteur a appelées systèmes K.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **P. Bruylants** et **W. Mund** : *Thermostat pour basses températures.* Les auteurs ont recours à la fusion de mélanges eutectiques pour obtenir des températures constantes, s'échelonnant entre 0° et — 62°. — MM. **P. Bruylants** et **J. Michielsen** : *Nouveau procédé de détermination du poids atomique du tellure.* Le procédé consiste dans l'analyse de l'hydrogène telluré; le gaz est décomposé et l'hydrogène est combiné à l'oxygène.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **J. de Meyer** : *L'origine des phases ventriculaires de l'électro-cardiogramme* (Note préliminaire). Les deux groupes de phases QRS et TU de l'électro-cardiogramme sont produits par des processus physiologiques essentiellement différents. Le premier est la manifestation d'un vrai courant d'action; le second est en réalité un courant de déformation qui paraît particulièrement lié au travail de contracture sarcoplasmique qui s'exécute dès le moment d'ouverture des valvules sigmoïdes.

Séance du 1er *Mars* 1919

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **A. Demoulin** : *Sur les surfaces dont les lignes de courbure d'un système sont planes ou sphériques et sur les familles de Lamé dont les trajectoires orthogonales sont planes ou sphériques.* — M. **A. Demoulin** : *Sur les systèmes* Θ *et sur les systèmes R.*

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **Th. de Donder** : *La vitesse de l'énergie électromagnétique dans un champ gravifique.* — M. **Th. de Donder** : *La gravifique.* Exposé synthétique de l'étude des relations qui s'établissent entre les champs électromagnétique et matérialistique d'une part et l'espace-temps déformé d'autre part. — M. **A. de Hemptinne** : *L'action chimique de l'effluve électrique et la loi de Faraday.* L'action chimique de l'effluve est étudiée par la fixation d'hydrogène sur des diélectriques liquides, en particulier l'acide oléique.

Le Gérant : Octave DOIN.

Sens. — Imp. LEVÉ, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 14 30 JUILLET 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

Sur la transformation directe de la chaleur en énergie électrique par d'autres voies que les couples thermo-électriques. — A la séance de la Société suisse de Physique tenue à Berthoud le 10 mai 1919, M. Albert Perrier, professeur à l'Université de Lausanne, a présenté un intéressant travail[1], consacré à deux principes différents de transformation directe de la chaleur en énergie électrique, basés respectivement sur les dissymétries magnétique et électrique de la matière, et à la discussion de leurs possibilités de rendement.

Considérons un corps cristallin *ferromagnétique*, c'est-à-dire doué d'aimantation spontanée. On sait que cette valeur est une fonction bien déterminée de la température, plus précisément qu'elle décroît au chauffage jusqu'à disparaître (point de Curie) et que cette variation est réversible. En disposant sur un tel corps un enroulement fermé, on réalise un *générateur de courant électrique par voie thermique*. En effet, chauffons et refroidissons alternativement : les variations périodiques de l'aimantation provoquent dans l'enroulement des courants d'induction alternatifs ; l'auteur les qualifie de *pyro-induits*.

Considérons de même un cristal *pyro-électrique* : ici, la production de courants alternatifs par oscillations périodiques de température est évidente ; il suffit de munir les extrémités opposées d'axes polaires d'armatures et de les réunir par des conducteurs.

Les rendements peuvent affecter une infinité de valeurs suivant les enroulements ou armatures. M. Perrier a cherché s'ils demeurent nécessairement au-dessous de limites inférieures à celles exigées par le principe de Carnot ; il a trouvé :

a) Pour les phénomènes pyro-inductifs : le maximum d'énergie que l'on peut tirer par induction d'une variation $\Delta\Phi$ de flux a pour valeur $(\Delta\Phi)^2/L$, c'est-à-dire l'énergie électrocinétique de ce circuit pour un flux de valeur égale (L représente le coefficient de self-induction du même circuit calculé dans le vide). Appliquant au cas le plus favorable d'un tore, on obtient pour l'expression du rendement limite : $\eta = (\Delta B)^2/4\pi J\rho c\Delta t$, où J est l'équivalent mécanique, ρ la densité, c la chaleur spécifique et Δt l'amplitude de l'oscillation de température ;

b) Pour les phénomènes pyro-électriques : l'énergie maximum correspond ici à une résistance infinie entre les deux armatures. Pour une plaque pyroélectrique à deux faces perpendiculaires à un axe polaire, on trouve : $\eta = 4\pi p^2\Delta t/J\varepsilon\rho c$, où p est la constante pyroélectrique et ε la constante diélectrique (relatives à la direction de l'axe)[1].

M. Perrier a appliqué les résultats ci-dessus à deux cas particuliers :

a) Soit du nickel, dont on fait osciller la température de 340° à 360° (disparition du ferromagnétisme) ; ici $\Delta t = 20°$. Tous calculs faits, on trouve : $\eta = 0{,}02\,\%$;

b) Soit un cristal de tourmaline, soumis à une variation Δt de 100° ; on trouve : $\eta = 0{,}006\,\%$.

Ces deux valeurs sont très petites, mais d'ordres de grandeur assez différents. La première est comparable à ce que donnent des couples thermo-électriques simples ; dans les mêmes conditions, un cycle de Carnot donnerait 3,2 %.

Le débit d'énergie est en proportion de la vitesse avec laquelle les échanges de chaleur peuvent être effectués ; il serait certainement fort petit dans les conditions d'une expérience ordinaire.

On peut généraliser beaucoup les considérations précédentes : on transformera en principe de la chaleur en énergie électrique (ou électrocinétique) avec tout dispositif tel que l'on puisse produire dans des champs magnétiques ou électriques des oscillations de température de corps dont respectivement les perméabilités

1. *Arch. des Sc. phys. et nat.* (Genève), 5e pér., t. I, p. 243 ; mai-juin 1919.

1. M. M. Deprez et avant lui M. Nodon ont indiqué la possibilité d'engendrer des courants au moyen d'un ferromagnétique chauffé dans un aimant en fer à cheval, sans cependant calculer les limites de rendement données ci-dessus, ni aborder les phénomènes symétriques du côté électrique. M. Edison avait aussi indiqué la même possibilité à propos de son moteur pyromagnétique.

ou constantes diélectriques sont fonctions de la température. Ces conditions ne correspondent toutefois pas exactement aux précédentes où les corps actifs agissent *seuls* (l'action simultanée d'un champ n'est pas nécessaire); en outre, les rendements et débits seraient d'ordres encore plus petits.

On notera les caractères principaux suivants des cycles considérés : ils fournissent de l'énergie durant *tout* leur parcours. Ils n'ont ainsi pas de correspondants dans les cycles des fluides de la Thermodynamique classique; on trouverait des correspondants chez les solides. L'énergie libérée n'est pas du tout identique à l'énergie d'aimantation ou de polarisation diélectrique. Ils sont irréversibles.

M. A. Perrier envisage ensuite le cas où, au lieu d'un corps actif, on utiliserait une série de corps dont les températures sont échelonnées entre celle de la source chaude et celle de la source froide, chacun d'eux servant successivement de source froide au précédent et de source chaude au suivant.

On peut démontrer que le rendement d'une telle machine (pyro-inductive ou pyro-électrique) sera plus grand ou plus petit que celui d'une machine à un seul corps actif suivant que l'intensité de polarisation des substances utilisées varie plus lentement ou plus vite que la proportionnalité à l'oscillation de température. Ce cas limite correspond à un rendement proportionnel à l'écart de température.

Les lois connues de la pyro-électricité excluent donc l'application du procédé ; au contraire, la variation quasi parabolique de l'aimantation spontanée dans la région du point de Curie est particulièrement favorable : il suffirait de s'adresser à des corps (alliages) avec points de disparition échelonnés convenablement.

Les difficultés pratiques rendent ce principe à peu près irréalisable dans la forme ci-dessus ; on l'adaptera, par exemple, en se servant de corps immobiles et isolés à travers lesquels on fera circuler de la chaleur par mouvement alternatif d'un fluide. Cela présenterait en particulier le très grand avantage de n'exiger aucune pièce mobile dans la machine proprement dite et de pouvoir monter les enroulements en série dans un seul circuit, les cycles partiels étant parcourus simultanément.

Il ne semble pas absolument impossible d'atteindre un rendement comparable à celui d'un cycle de Carnot pour des intervalles de température appropriés, en faisant appel à un grand nombre de cycles intermédiaires.

Un nouveau tube à vide à anode extérieure. — M. H. P. Donle vient de faire connaître un modèle de tube à vide, conçu sur un type nouveau[1]. Comme les autres tubes à trois électrodes, il se compose d'un filament, d'une électrode de contrôle (grille) et d'une anode, mais disposés différemment. Le filament est sous forme d'épingle à cheveu et il est entouré d'un fil en tungstène étiré, enroulé en hélice. Ces deux élément seuls sont à l'intérieur du tube. L'anode est constituée par une couche d'argent appliquée directement à l'extérieur du tube à vide, sur la partie qui entoure le filament et la grille.

Pour être mis en fonctionnement, le tube est connecté comme tout autre tube à vide à trois électrodes ; toutefois, l'électrode de contrôle n'a pas besoin d'être polarisée quand le tube est employé comme détecteur. Quand on a réalisé dans le tube le vide le plus grand, le filament, chauffé par une batterie, devient la source d'une émission électronique pure entre le filament et l'anode. La question intéressante qui se pose ici est celle du passage du courant à travers le verre. Jusqu'à présent, le verre avait été considéré comme un bon isolant, quoiqu'il devienne bon conducteur près de son point de fusion. On en est loin ici, mais des expériences entreprises par l'auteur ont montré que, lorsque le verre est en contact avec certains éléments, il devient bon conducteur à des températures beaucoup plus basses. La conduction, dans ce cas, est alors purement électrolytique, et tous les phénomènes qui accompagnent la conduction dans un électrolyte liquide : décomposition, polarisation, etc., se présentent dans le verre chauffé. Toutefois, avec des

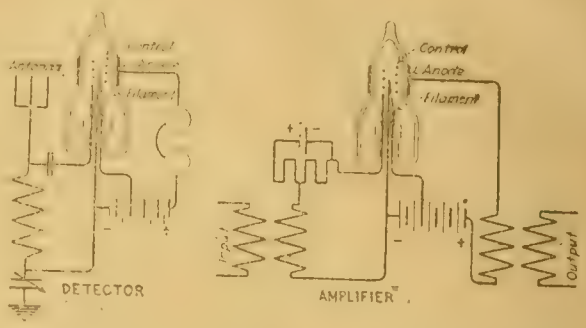


Fig. 1. — *Modes de montage du nouveau tube employé : comme détecteur* (à gauche), *comme amplificateur* (à droite).

électrodes d'argent, la polarisation disparaît presque complètement, et la dissociation est si faible qu'elle n'influe guère sur la durée de fonctionnement du tube.

Outre leur simplicité, leur compacité et leur robustesse, ces tubes présentent un intérêt spécial par le fait que leurs caractéristiques comprennent une inflexion à angle droit qui en fait des détecteurs exceptionnellement sensibles. En proportionnant convenablement les éléments du tube, cette inflexion peut se produire pour un potentiel nul de l'électrode de contrôle. Le fonctionnement sans potentiel polarisant de la grille présente un avantage considérable. Une forme de ce tube peut fonctionner avec un potentiel anodique de 4 volts, qui est attrayant toutes les fois qu'on veut diminuer la dépense de la batterie, réduire le poids ou assurer la compacité. Les propriétés oscillantes exceptionnelles de ces tubes les rendent particulièrement aptes à l'emploi comme détecteurs régénérateurs ou oscillants.

La figure 1 montre les schémas des connexions du nouveau tube employé comme détecteur et comme amplificateur.

§ 2. — Chimie

Saveur et constitution chimique. — Les chimistes ont établi depuis longtemps des relations entre la couleur des composés organiques et leur constitution chimique, et ils ont formulé des règles assez générales qui permettent de déterminer si un corps est coloré ou non, ou quelle est sa couleur[1]. Pour les autres propriétés organoleptiques, on est beaucoup moins avancé. C'est le cas, par exemple, pour les rapports entre la constitution et la saveur. On sait, il est vrai, depuis longtemps que presque tous les acides ont un goût particulier, « aigre » ou « sûr », qui est sans nul doute en relation avec l'existence d'ions H dissociés. Nef a montré que la plupart des composés correspondant à la formule $(CH^2O)^n$ sont doux, tandis que L. Henry a cherché à relier l'amertume d'autres corps avec le groupe CNO^2. CH^2OH. G. Cohn[2] est allé le plus loin dans cette voie en montrant que la saveur dépend d'une façon générale de certains groupes, dits *sapophores*, comme OH et NH^2, présents souvent par paires; dans beaucoup de cas, les membres inférieurs d'une série homologue ont une saveur douce, tandis que les membres supérieurs sont insipides ou amers. Mais Cohn n'est pas arrivé à donner une théorie générale reliant ces faits et permettant aux chimistes de classer les substances sapides.

Une contribution beaucoup plus importante à la solution de ce problème vient d'être apportée par deux

1. *Electrical World*, t. LXXIII, n° 23, p. 1204 ; 7 juin 1919.

1. J. Martinet : Couleur et constitution chimique. *Rev. gén. des Sc.* du 15 juin 1919, t. XXX, p. 334 et suiv.
2. Die organischen Geschmackstoffe, 1914.

savants américains, MM. E. Œrtly et R. G. Myers[1], de l'Université Leland Stanford. Ceux-ci, au lieu d'attribuer la saveur douce d'un composé donné à un seul facteur, comme Cohn, en font intervenir deux. De même que, dans les relations entre la constitution et la couleur, on distingue des groupes chromophores et des groupes auxochromes, les auteurs ont mis en évidence, chez les substances à saveur douce, la présence simultanée de groupes *glucophores* et de groupes « *auxogluc* ».

En se bornant pour le moment aux composés de la série aliphatique, ils attribuent la propriété glucophore aux radicaux suivants :

$$-CO\text{-}CHOH-(+H) \qquad CH^2OH.CHOH$$
$$CO^2H.CHNH^2- \qquad CH^2ONO^2-$$
$$C^{H^{2-x}}_{Hal^x}- \qquad C^{H^{3-x}}_{Hal^x}-C^{H^{2-y}}_{Hal^y}-$$

D'autres groupes viendront sans doute s'ajouter à cette liste.

Les atomes ou radicaux suivants semblent, au contraire, agir comme « auxoglucs », en donnant avec les glucophores des substances à saveur douce :

Hydrogène ;

Les radicaux C^nH^{2n+1} des hydrocarbures saturés, contenant de 1 à 3 atomes de carbone. Ex. : $CH^3.CH^2-$;

Les radicaux $C^nH^{2n+1}O$ des alcools monohydriques, n étant égal à 1 ou 2. Ex. : CH^2OH-;

Les radicaux $C^nH^{2n-1}O^n$ des alcools polyhydriques. Ex. : $CH^2OH.CHOH-$.

Cette liste pourra également s'allonger par la suite.

Il faut ajouter que la présence d'un radical acide, s'il n'appartient pas à un glucophore, suffit à donner au composé la saveur aigre.

MM. Œrtly et Myers ont établi un tableau déjà long de composés renfermant deux des groupements ci-dessus, un glucophore et un auxogluc, et qui, à 2 ou 3 exceptions près (provenant peut-être d'erreurs d'observation), possèdent tous la saveur douce.

Pour prédire si un composé donné est doux ou non, il faut déterminer d'abord s'il contient un glucophore. S'il n'y en a point, on peut conclure immédiatement que la substance n'est pas douce. S'il en existe un, il faut alors rechercher si la substance renferme aussi un auxogluc, ou par hasard un radical acide : dans le premier cas, elle sera douce; dans le second, aigre.

Ainsi la sérine $CH^2OH.CHNH^2.CO^2H$ renferme à la fois un glucophore $CO^2H.CHNH^2-$ et un auxogluc CH^2OH-; elle doit donc être douce, ce que l'expérience confirme. Au contraire, l'isosérine, $CH^2NH^2.CHOH.CO^2H$, bien que composée des mêmes atomes, ne contient pas de glucophore, et ne peut être douce; elle a été, en effet, décrite comme insipide.

Les auteurs se proposent d'étendre leur théorie aux composés aromatiques, et de rechercher d'autre part quels sont les facteurs qui communiquent aux corps une saveur amère.

§ 3. — Zoologie

La restauration de la vitalité par conjugaison chez les Protozoaires. — Maupas, dans une série de recherches classiques, a montré que le protoplasma d'un Protozoaire qui se reproduit uniquement par division subit un affaiblissement progressif de ses activités vitales, conduisant à la sénescence, à la dégénérescence et finalement à la mort. Par contre, la conjugaison intervenant au cours d'une série de reproductions par simple division a pour effet un « rajeunissement » du protoplasma affaibli. Cette restauration de l'activité métabolique est-elle complète? Tel est le problème que s'est posé M. G. N. Calkins, de l'Université Columbia, et qu'il a cherché à résoudre par des méthodes exactes[2].

Ses expériences, qui ont duré une année et demie, ont porté sur un Protozoaire cilié, l'*Uroleptus mobilis ;* elles se rapportent à la descendance d'une *seule cellule individuelle*, maintenue dans des conditions identiques et alimentée quotidiennement avec le même milieu de culture type (infusion de farine et de foin finement coupé). Cette première cellule, provenant de la conjugaison de deux individus « sauvages », a été isolée le 24 novembre 1917. Chaque jour l'auteur séparait des individus isolés provenant de la division du premier pour les placer dans un milieu de culture frais, constituant ainsi cinq lignées d'individus de même parenté formant une « série », la série A. L'isolement ayant lieu chaque jour, la conjugaison ne pouvait se produire.

L'auteur enregistrait le nombre de divisions par jour dans chacune des 5 lignées de la série, puis la somme des divisions quotidiennes, donnant le total des générations dans chaque lignée. La moyenne de ces sommes pour les 5 lignées et pour chaque période successive de 10 jours était considérée comme mesurant d'une façon exacte l'*activité métabolique relative* aux diverses périodes du cycle évolutif.

Après les isolements quotidiens, les individus restant dans le milieu de culture étaient soient jetés, soit rassemblés dans un flacon plus grand, contenant du milieu de culture frais, et abandonnés pendant une quinzaine de jours. Il y a d'abord multiplication rapide par division, qui va en diminuant à mesure que les substances alimentaires s'épuisent, pour faire place enfin à la conjugaison. De temps en temps, les individus qui ont subi la conjugaison dans ces conditions sont isolés pour former le point de départ de *séries filiales*, qui sont cultivées par la méthode d'isolement exactement comme la *série parentale* A et qui donnent lieu aux mêmes déterminations du nombre de divisions quotidiennes et de l'activité métabolique relative. Il est évident que chaque série filiale représente le même protoplasma original que la série parentale. Toute différence, à la même date, entre les mesures faites sur la série parentale et sur les série filiales doit donc être attribuée à la conjugaison.

M. G. N. Calkins a isolé à quatre reprises des produits de conjugaison de la série A pour en faire les points de départ de séries filiales : le 4 février 1918, à la 78e génération de la série A (série C); le 8 mars, à la 137e génération (série D); le 17 mai, à la 237e génération (série H); le 12 août, à la 311e génération (série J). La série parentale A s'est éteinte par épuisement à la 313e génération. Le Tableau suivant donne le taux moyen de divisions par individu dans chaque période de 10 jours (pour abréger, nous supprimons une période sur deux) :

Périodes	Série A	Série C	Série D	Série H	Série J
1	9,8				
3	4,8				
5	7,8				
7	18,6				
9	18,0	18,8			
11	13,2	16,8	16,0		
13	14,6	15,6	16,0		
15	15,0	16,4	17,6		
17	17,0	17,4	19,0		
19	7,4	13,4	15,2	16,8	
21	7,0	12,8	14,4	15,8	
23	7,6	11,4	14,6	19,1	
25	4,8	10,6	12,6	16,4	
27	0,2	9,8	9,4	15,6	17,2
29	0,2	7,6	1,4	15,4	18,6
31	Mort	6,8	0,4	17,8	20,4
33		2,4	0,0	15,4	15,8
35		0,0	Mort	7,4	14,6
37		0,4		1,6	14,4
39		0,0		0,4	17,0
40		Mort		1,2	12,6

Il est évident, d'après les chiffres qui précèdent, que la conjugaison a pour résultat la complète restauration

1. *Journ. of the Americ. chem. Soc.*, t. XLI, n° 6, p. 855; juin 1919.

2. *Proc. of the Nat. Acad. of Sciences of the U. S. of America*, t. V, n° 4, p. 95; avril 1919.

de la vitalité, quel que soit l'âge ou le degré d'affaiblissement du protoplasme parental, et bien que les séries parentale et filiales soient nourries simultanément sur le même milieu de culture. Cela est tout particulièrement frappant dans le cas de la série J.

Toutes les séries filiales retournent après conjugaison à un certain optimum de vigueur métabolique, représenté par une moyenne de 17,1 à 17,9 divisions par individu en 10 jours. Il y a ensuite une perte graduelle de vitalité, commune à toutes les séries, et conduisant finalement à la mort par vieillesse.

§ 4. — Sciences médicales

La peste bovine en Afrique Occidentale Française. — Parmi les maladies auxquelles sont exposés les Bovidés en Afrique Occidentale Française, il en est une, de caractère épizootique, qui a causé, à diverses époques, des pertes énormes dans certaines parties de la colonie : c'est la peste bovine. Les deux dernières grandes épizooties qui se sont produites sont celles de 1891-1892 et de 1915-1918. Il est à noter que l'une comme l'autre se sont propagées de l'est vers l'ouest. Sur la première, M. le commandant Monteil a pu fournir quelques renseignements précis dans sa relation de voyage de Saint-Louis à Tripoli par le Tchad, sa caravane ayant eu à subir de graves pertes dues à cette maladie, et il a donné une description des symptômes et de la marche de la maladie[1]. Sur la seconde, une étude détaillée et très instructive a été récemment écrite par M. E. Aldige, vétérinaire, inspecteur du Service zootechnique et des épizooties[2].

La propagation de la peste à chacune des colonies du groupe, exposée par M. E. Aldige, montre bien quelles sont les causes à peu près fatales de l'irradiation de la maladie. Des foyers de peste se trouvent constitués sur les grandes voies suivies par les caravanes et sa dissémination est assurée par les transactions commerciales portant sur le bétail. En même temps celui-ci s'agglomère autour des points d'eau et les troupeaux, étendant l'aire de leur pâture, se mélangent dans la brousse, loin de leur champ d'attache.

A la suite de Rapports de M. Yves Henry, inspecteur de l'Agriculture de l'Afrique Occidentale Française, furent rendus par le gouverneur général E. Roume deux arrêtés, l'un en date du 31 décembre 1904 créant un Service zootechnique et des épizooties dans chacune des colonies dépendant du gouvernement général, l'autre en date du 18 janvier 1905, portant réglementation de la police sanitaire des animaux en Afrique Occidentale Française. Puis de nouvelles dispositions furent prises par divers autres arrêtés qui se succédèrent de 1906 à 1918, en vue d'exercer l'action sanitaire et prophylactique à la périphérie de la zone infectée, dans les ports ouverts à l'exportation des animaux et produits animaux, ainsi qu'à l'intérieur des territoires infectés.

En ce qui concerne les mesures prises jusqu'ici dans les foyers d'infection eux-mêmes, trois moyens d'intervention, que nous nous bornons à énumérer, ont été appliqués : la contamination artificielle, les inoculations de bile, les inoculations de sérum et de sérum-virus. On aura recours selon les circonstances à tel ou tel de ces procédés, mais celui qui paraît appelé à jouer le rôle le plus décisif c'est le dernier.

Dès le mois de juillet 1917, l'on s'était préoccupé au Sénégal de la préparation du sérum. Mais cette récolte est une œuvre très délicate, et, faute de pouvoir disposer de tout l'outillage nécessaire, elle se trouva fort entravée. De plus, il faut avoir sur place des animaux malades présentant une forme de peste suffisamment grave pour tirer d'eux un virus actif. Faire une préparation permanente de sérum est une entreprise difficile en Afrique Occidentale; aussi a-t-on été amené, comme l'a fait M. Lagaillarde, à rechercher un procédé simple, rapide et pratique de fabrication, au sein même du territoire infecté, en un endroit quelconque de la brousse. MM. Lagaillarde et Sournies ont obtenu d'excellents résultats dans le Niani-Ouli avec le sérum ou le sang préparés sur place; et ce procédé est appelé, comme le montre M. Aldige dans sa savante étude, à rendre d'inappréciables services dans les pays tropicaux pour intervenir rapidement dans la lutte contre l'épizootie.

C'est à des résultats et des conclusions analogues que vient d'aboutir une mission confiée, à la fin de 1918, par le gouverneur général de l'Afrique Occidentale Française à M. Curasson pour s'occuper de la production du sérum dans les régions de la Guinée française infectées de peste bovine[1]. De Conakry il se rendit avec le vétérinaire Nevot dans la région de Dombe où il arriva le 29 janvier. Dix animaux guéris qui furent loués fournirent 168 litres de sérum ou de sang immunisant. Les dernières inoculations furent pratiquées le 28 février et les deux vétérinaires quittèrent la région après avoir immunisé 1.090 animaux. Aucun accident imputable aux inoculations ne se produisit, comme on a pu le savoir, jusqu'au 20 mars.

Des opérations faites, M. Curasson tire cette conclusion qu'un vétérinaire (ou deux de préférence) peut, 15 jours après son arrivée dans un milieu infecté de peste bovine, obtenir du sérum immunisant, et avec des dépenses minimes; il estime qu'en l'état actuel des choses, on ne peut lutter efficacement contre la peste bovine qu'à l'aide du sérum rapidement préparé sur place au moyen d'un petit laboratoire mobile, sans qu'il soit nécessaire de créer des installations centrales fixes et coûteuses.

M. Curasson donne d'utiles indications pratiques sur les meilleurs animaux à choisir comme producteurs de sérum ou comme fournisseurs de sang virulent; il explique comment on doit s'y prendre pour la récolte et la conservation du sang ou du sérum immunisant; enfin il en montre l'utilisation. L'emploi du sérum seul ou du sérum-virus dépendra des conditions dans lesquelles se trouve l'épizootie. Quand on agit à titre préventif, il y a lieu de recourir largement au sérum-virus si l'on est en présence d'une épizootie dispersée à caractère envahissant. Si c'est le début ou la fin de l'épizootie, ou qu'il s'agisse d'un foyer bien limité, on emploiera le sérum-virus pour les troupeaux voisins du centre pestique, et le sérum seul pour ceux qui sont plus éloignés. A titre curatif, l'emploi du sérum ne peut agir efficacement qu'au cours de la première période de la maladie.

Gustave Regelsperger.

1. C. Pierre, vétérinaire en premier, chef du Service zootechnique de l'Afrique Occidentale Française : *L'élevage dans l'Afrique Occidentale Française*; Paris, Aug. Challamel, 1906, in-8°; page 258.

2. E. Aldige : La peste bovine en Afrique Occidentale Française. Etude de l'épizootie de 1915-1918 (*Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale Française*, 1918, n°s 3 et 4, p. 337-399; Paris, Em. Larose, in-8°).

1. Le *Rapport de mission* de M. Curasson a été publié dans le *Journal officiel de l'Afrique Occidentale Française*, 26 avril 1919, p. 255-257.

LA SOUDURE AUTOGÈNE

SES PROGRÈS PENDANT LA GUERRE

Les nécessités créées par la guerre ont fait se développer beaucoup, dans le cours des quatre dernières années, les procédés employés pour réaliser la soudure autogène du fer et de l'acier.

Comme on le sait, les métallurgistes entendent généralement par soudure autogène d'un métal le procédé consistant à réunir deux pièces de ce métal directement par fusion des surfaces juxtaposées, sans addition d'un métal de soudure étranger.

La soudure autogène demande naturellement une température d'autant plus élevée que la température de fusion du métal à travailler est plus élevée; facile avec le plomb, par exemple, elle est moins commode avec le zinc, et moins encore avec le fer et l'acier. Il n'y a pas d'ailleurs concordance absolue entre la température nécessaire pour la fusion et la température nécessaire pour la réalisation de la soudure autogène : c'est ainsi que le fer et l'acier sont en réalité plus faciles à souder que le cuivre et le bronze. En effet, la température n'est pas le seul facteur qui intervienne dans l'opération : à la température de soudure, le cuivre, par exemple, devient cassant et oxydable, au lieu de se ramollir graduellement, comme cela a lieu dans le cas du fer.

Enfin, d'autres difficultés se présentent encore : le laiton et les alliages du même genre ont, en particulier, l'inconvénient de se dissocier sous l'influence de la chaleur, le zinc se volatilisant et laissant un métal qui ne possède plus les propriétés de l'alliage initial.

Ces diverses difficultés ont cependant été surmontées; l'on peut aujourd'hui exécuter la soudure autogène de tous les métaux industriels, du plomb, du zinc, du bronze, du cuivre, de l'aluminium, du fer et de l'acier.

Les procédés dont on dispose pour cela sont de deux catégories : 1° les procédés où il est fait usage de chalumeaux à gaz; 2° ceux où l'on emploie pour produire la chaleur requise le courant électrique; ceux-ci se divisent en deux catégories principales : *a*) ceux où il est fait usage de l'arc électrique; *b*) ceux où l'on utilise simplement l'effet Joule du courant.

Le principe de ces divers procédés est trop connu pour qu'il y ait lieu d'insister ici; ce n'est pas d'aujourd'hui d'ailleurs qu'ils ont été imaginés et mis en pratique; nous nous bornerons donc à en rappeler les caractéristiques fondamentales.

I. — LA SOUDURE AUTOGÈNE PAR LE CHALUMEAU OXYACÉTYLÉNIQUE

Divers gaz combustibles, brûlés dans un chalumeau avec de l'oxygène, peuvent produire une température suffisante pour porter à la fusion les métaux les plus réfractaires, comme le fer et l'acier. En pratique, cependant, deux gaz seulement ont donné des résultats satisfaisants: l'hydrogène pur et l'acétylène; encore le premier s'est-il presque complètement effacé dès que l'acétylène a été mis en usage.

L'inconvénient principal du procédé oxyhydrique est son coût relativement élevé : les volumes de gaz nécessaires y sont importants, le mètre cube d'hydrogène ne donnant que 3.000 calories.

L'acétylène coûte moins cher et il est plus efficace; à égalité de volume, il donne presque cinq fois plus de chaleur (14.300 calories par m^3) et il permet de réaliser des températures plus élevées; la flamme oxyacétylénique est la flamme la plus chaude connue : 3.500°.

Ses premières applications pratiques furent réalisées, en France, il y a une quinzaine d'années, et, presque tout de suite, on se rendit compte qu'elles pourraient acquérir un très grand intérêt. Peu de temps après les premières tentatives, la méthode était déjà d'un usage fréquent dans beaucoup de fabriques pour l'exécution de réparations aux moulages d'acier, spécialement pour le rebouchage des criques et soufflures. On l'introduisit aussi avec succès dans la tôlerie, la chaudronnerie, la fabrication des tubes en fer, le reboutage des tubes de locomotives, le montage des cadres de bicyclette, etc.; l'expérience fit cependant constater dans la suite que la technique du procédé demandait à être approfondie.

La pratique avait précédé de beaucoup la science, dans ce domaine; on était demeuré ignorant du mécanisme des phénomènes qui sont à la base du procédé, des influences susceptibles de modifier les résultats obtenus, de l'action exercée sur le métal par la chaleur, etc.

Le problème, à ce point de vue, n'est pas encore élucidé : il reste beaucoup de points à étudier, pour le physicien et le métallurgiste:

il est certain, par exemple, que le métal d'apport et le métal des pièces subissent des altérations profondes au cours de l'opération.

Les qualités physiques se trouvent modifiées : on peut les restaurer d'une façon plus ou moins parfaite, pour le fer et l'acier, par un traitement mécanique — martelage — approprié, supplémenté, au besoin, d'un traitement thermique convenable — recuit de 30 à 40 minutes. Il y a aussi des changements chimiques provoqués par la haute température atteinte : dans le cas de l'acier, on constatera, notamment, une diminution de la teneur en carbone, en silicium, en manganèse, si on ne la corrige pas d'avance par l'emploi d'un métal d'apport assez riche.

Mais ces détails n'ont pas empêché le procédé de se montrer dans la pratique d'une valeur qui a cru à mesure que l'expérience des soudeurs grandissait, et de devenir d'une utilité extraordinaire à l'instant où le besoin est devenu pressant d'une méthode de travail rapide et efficace.

* *

Pour que les applications anciennes et nouvelles devinssent possibles et avantageuses, il avait fallu créer tout l'outillage nécessaire à l'obtention des gaz et à l'exécution des opérations.

En France, la question fut assez simple à résoudre grâce au grand développement atteint par l'industrie de la fabrication de l'oxygène liquide et au degré de perfectionnement des générateurs à acétylène ; le procédé de l'acétylène dissous favorisa également les débuts de la soudure oxyacétylénique. Dans d'autres pays, il n'en a pas été de même : aux États-Unis d'Amérique, par exemple, malgré le haut avancement général de l'industrie, l'introduction du procédé oxyacétylénique s'est heurtée à des difficultés sérieuses, sous le rapport des méthodes de production des gaz.

Quoi qu'il en soit, l'uniformité est à peu près établie aujourd'hui ; d'une façon générale, on achète l'oxygène en tubes d'acier, sous 100-120 atmosphères, et l'on produit l'acétylène au moyen de générateurs quelconques, à basse ou à haute pression.

Le procédé de production est sans influence sur le mode d'application, avec cette seule réserve que, si l'on emploie un générateur à basse pression, il est nécessaire d'employer un chalumeau oxyacétylénique spécial, du type injecteur. Dans ce cas, c'est l'aspiration produite par le courant d'oxygène envoyé, à grande vitesse, dans le chalumeau, qui aspire l'acétylène ; si celui-ci est fourni sous une pression suffisante, le mélange s'opère dans une chambre de mélange simple ; le système a peut-être un léger avantage en ce qu'il donne un mélange plus régulier.

Au point de vue de la production, un point essentiel à surveiller est la pureté des gaz ; l'oxygène fourni par les fabricants est régulièrement d'une pureté suffisante ; quant à l'acétylène, il doit être filtré et débarrassé, par des oxychlorures, du soufre et du phosphore qu'il peut contenir. Il est indispensable que ces éléments soient éliminés si l'on veut obtenir une bonne soudure, parce qu'ils nuiraient inévitablement à la composition du métal d'apport et du métal de la pièce travaillée elle-même.

De toute façon, l'équipement est simple et transportable ; cette simplicité et cette portabilité ont certainement été l'un des éléments de son succès, la simplicité de la manœuvre en a été un second.

Pour que la soudure se fasse bien, il faut que la flamme soit maintenue neutre, qu'elle ne présente ni un excès d'oxygène qui oxyderait le métal, ni un excès d'acétylène qui le carburerait.

Le soudeur expérimenté règle facilement la flamme en se basant pour cela sur son aspect et sur la coloration des étincelles arrachées au métal ; s'il lui faut travailler des pièces de dimensions très différentes, il doit avoir des chalumeaux de débits correspondants ou un chalumeau à bouts amovibles.

* * *

Lorsque le chalumeau est convenablement réglé, l'obtention d'une bonne soudure peut être considérée comme assurée, à la condition toutefois que l'opérateur travaille convenablement et qu'avant tout il ait bien préparé ses pièces.

A cet égard, il est absolument indispensable que les surfaces à réunir soient parfaitement propres et qu'elles aient un développement suffisant pour que la soudure ait une bonne section. Le nettoyage se fait soit au burin, soit chimiquement ; s'il s'agit de réunir des tôles minces, on les juxtapose simplement bord à bord ; s'il s'agit de tôles épaisses ou de pièces du même genre, on les chanfreine, soit sur une face, soit des deux côtés.

D'autre part, il importe absolument que les pièces soient arrangées de façon qu'elles ne se déplacent ni ne se déforment sous l'influence des variations de température.

Les ayant disposées comme il faut, on peut les fixer par quelques points de soudure : on commence alors l'opération proprement dite, consistant à faire fondre dans l'intervalle entre les pièces une barrette de métal.

Avant de commencer la soudure, on doit réchauffer la pièce : ce chauffage préliminaire peut se faire par les moyens ordinaires, ou bien à l'aide du chalumeau si la pièce n'est pas trop grosse; c'est une simple question d'économie. Des précautions sérieuses sont encore à prendre au cours de l'opération de soudure pour éviter des élévations de température locales qui pourraient amener des détériorations mécaniques ou physiques.

Sous ces réserves, l'exécution de la soudure est aisée, grâce à la grande énergie de l'échauffement, ainsi qu'au fait que la flamme agit comme désoxydant.

Pour ne pas compromettre le résultat de l'opération, il importe encore cependant que l'on opère rapidement, afin d'éviter un échauffement exagéré, qui modifierait la texture du métal et pourrait favoriser l'occlusion de gaz, de l'hydrogène en particulier. Enfin il est essentiel que le refroidissement soit méthodiquement gradué; on ne pourrait, sans danger pour la soudure, l'abandonner à un refroidissement rapide.

Le martelage de la soudure et un recuit sont généralement utiles; on peut, pour le chauffage y relatif, employer le chalumeau oxyacétylénique, ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut.

Le métal d'apport doit être d'une bonne pureté et approprié à la qualité du métal sur lequel on travaille. Pour l'acier et le fer forgé, il est bon d'employer comme métal d'apport du bon fer de Suède et pour le fer coulé de la fonte grise contenant un peu de silicium (5 %) et exempte de manganèse; pour le cuivre, on emploie du cuivre phosphoreux contenant des traces d'aluminium, et pour le laiton, du laiton contenant également un peu d'aluminium.

Le fondant doit être choisi de telle façon que sa température de fusion soit bien en rapport avec celle du métal même; pour le fer et l'acier, ce sera un mélange à parties égales de carbonate et de bicarbonate de soude additionné de 10-15 % de borax et de 5 % de silice précipitée. Pour le cuivre et pour le laiton, le fondant est un mélange de borate de sodium, de chlorure de sodium, d'acide borique, etc.

***

L'expérience a établi que, si ces principes sont observés, le procédé oxyacétylénique donne des soudures répondant aux exigences de la pratique industrielle et qu'il est à même de rendre d'immenses services.

Actuellement, le champ d'application de la méthode est devenu extrêmement vaste et, malgré les nombreuses applications réalisées, on estime qu'elles s'étendront et se multiplieront beaucoup dans un avenir prochain. Les industries de la guerre ont fait réaliser à la soudure oxyacétylénique en quatre ans plus de progrès qu'elle n'en aurait fait normalement en dix ans ; les industries de la paix vont sans nul doute s'emparer des conquêtes réalisées et les étendre.

Nous avons cité plus haut quelques-unes des applications du début; toutes ces applications se sont développées, affirmées et multipliées, et il s'y est ajouté beaucoup d'autres usages d'un intérêt plus grand encore.

D'importants débouchés lui ont été ouverts dans l'industrie de l'aviation et de l'aéronautique, tant pour la fabrication que pour la réparation des pièces, en acier, en aluminium, etc. ; au front, elle était d'un emploi journalier et y a rendu des services extraordinaires. Dans ce domaine, son avantage est de permettre la réalisation de joints très légers : des pièces qui étaient autrefois faites en bois ou coulées en aluminium sont confectionnées maintenant en tôle ou tube d'acier ; le procédé est plus simple et les pièces plus légères.

Le chalumeau oxyacétylénique est aussi d'un usage courant pour la réparation des pièces des moteurs : cylindres, vilebrequins, boîtes à engrenages, etc.

La fabrication par soudure autogène des tubes d'acier est devenue très active, pour la construction des lits en fer, des voitures d'enfant, des autos à bon marché, etc. ; les tubes ainsi confectionnés sont comparables aux tubes étirés.

Mentionnons aussi la fabrication des coffres-forts, des réservoirs et citernes à huile, à soude caustique, etc., l'exécution de joints sur les conduites de vapeur et les tubes de surchauffe et pour la confection des fers artistiques, la remise en état des pièces usées par frottement, le rebouchage des dépressions, trous, etc., résultant de l'usure, la confection d'outils à coupe rapide économique, par la soudure de tranchants en acier spécial sur des barres d'acier ordinaire.

La soudure oxyacétylénique convient bien également pour la soudure des conduites à gaz à haute pression, ainsi que l'a démontré notamment une belle application qui en a été faite à la Panama Pacific Exhibition.

On l'a introduite aussi avec grand succès, surtout pendant la guerre, dans la construction navale, pour les travaux de montage — gouvernails de navire, hélices — aussi bien que pour les réparations; mais elle pourrait y être employée beaucoup plus encore.

Dans certains ateliers de chemin de fer, elle

est devenue d'un usage courant pour les réparations à exécuter à l'outillage des ateliers, au matériel, spécialement aux locomotives : toujours, elle procure de grandes économies. On cite de nombreux cas où il a été possible de réparer en quelques heures, grâce au chalumeau oxyacétylénique, des pièces dont la remise en état ou le remplacement aurait demandé plusieurs jours ou plusieurs semaines sans le dispositif en question. Cette dernière application — dans tous les établissements industriels — ainsi que le travail dans les services de traction électrique et dans les chantiers de construction navale se rangeront sans doute parmi les principaux usages du chalumeau oxyacétylénique.

En vue de la réalisation des multiples applications qui peuvent être données au procédé dans les industries de la construction, de nombreux constructeurs se sont occupés d'établir des machines à souder diverses.

C'est à la machine, par exemple, que l'on fabrique les tubes soudés dont nous avons parlé tout à l'heure ; on emploie des machines où plusieurs dards sont disposés l'un à la suite de l'autre, en ligne. Les machines à dards multiples alignés sont préférables, dans cette application, aux machines à dard unique, parce que les pertes latérales y sont moindres ; elles permettent de travailler à des vitesses atteignant jusqu'à 2,50 m. par minute. On fabrique également à la machine les fûts, barils, etc. ; dans certaines machines construites pour cette application, deux chalumeaux chauffent le joint simultanément, un de chaque côté.

D'ordinaire, dans les machines à fonctionnement continu, comme celles employées pour la fabrication des tubes, on est contraint de recourir à des chalumeaux spéciaux, refroidis par une circulation d'eau. Lorsque le chalumeau n'est pas refroidi de la sorte, il peut en effet s'échauffer à tel point que les conditions d'écoulement des gaz soient modifiées et que la composition du mélange gazeux se modifie. Pour empêcher ces variations, il faut, si le chalumeau n'est pas refroidi, le faire surveiller par un soudeur très habile et, malgré la plus grande attention, celui-ci ne parvient pas à la régularité de travail que l'on obtient directement avec le chalumeau refroidi.

A côté de la soudure autogène, il y a lieu de mentionner, comme usage très important du chalumeau oxyacétylénique, le découpage des métaux, du fer et de l'acier surtout, dont il a également été fait de fréquentes applications au cours de la guerre.

Comme procédé d'atelier, on l'a employé régulièrement pour le découpage des lingots destinés à la fabrication des projectiles, le dégrossissage des moulages dans les fonderies, le découpage des blindages, etc. Le procédé est susceptible de rendre de grands services dans les travaux de déblaiement des charpentes en fer sinistrées (incendie de hall, accident de chemin de fer) ; on connaît ces usages.

Dans tous les cas, le mode opératoire est à peu près identique, et d'ailleurs très simple ; il suffit d'avoir un chalumeau approprié ; ce n'est pas vraiment en fondant le métal qu'on le découpe, mais plutôt en le brûlant. A cette fin, le chalumeau est conditionné de telle manière qu'un jet auxiliaire d'oxygène soit dirigé sur la partie à attaquer, au point que frappe la flamme. Le métal, chauffé par cette dernière, s'oxyde énergiquement dans l'oxygène et la pièce se découpe rapidement ; avec un chalumeau de débit suffisant, on peut découper des pièces de toute épaisseur.

On construit des machines à découper automatiques et à main, au moyen desquelles il est facile de découper avec précision, en suivant un tracé modèle donné, des plaques d'acier d'une épaisseur de 5 cm. à la vitesse de 15 à 25 cm. par minute.

Au surplus, il n'y a pour ainsi dire aucune limite à l'application du procédé : on a pu trancher des colonnes et des poutrelles des plus grosses sections et découper les plaques de blindage les plus épaisses.

Enfin, le chalumeau oxyacétylénique est appliqué avec grand succès depuis quelque temps pour la cémentation de l'acier ; exposés au chalumeau oxyacétylénique, les aciers se carburent superficiellement beaucoup plus rapidement et plus efficacement que par les autres procédés de cémentation.

II. — LA SOUDURE AUTOGÈNE PAR L'ARC ÉLECTRIQUE

La plupart des applications du chalumeau oxyacétylénique, toutes pourrait-on dire, peuvent être réalisées aussi à l'aide de l'électricité, par le procédé de l'arc électrique, qui, au point de vue opératoire, présente beaucoup d'analogie avec le procédé oxyacétylénique.

Bien qu'il soit relativement ancien — ses débuts, rappelons-le, remontent à 1881 — un peu avant la guerre le procédé de soudure à l'arc n'était encore employé qu'exceptionnellement. En France notamment, jusque dans ces derniers

temps, malgré les efforts faits pour le généraliser par différents constructeurs, on ne le trouvait encore appliqué que dans quelques grands établissements et seulement pour des usages restreints; le rebouchage des criques et des soufflures était à peu près son domaine principal. On éprouvait certaines appréhensions à l'employer, par suite de quelques mécomptes que l'on avait eu à enregistrer et qui étaient imputables cependant bien plus à l'inexpérience des opérateurs qu'au procédé lui-même.

La guerre, en secouant les apathies, lui a apporté des succès identiques à ceux qu'a obtenus le procédé oxyacétylénique, et plus marqués même peut-être; la difficulté de se procurer l'acétylène et l'oxygène l'a souvent fait essayer, puis adopter avec avantage. Au surplus, l'amélioration de l'outillage de production de l'énergie électrique et de réglage des appareils récepteurs a notablement aidé à son succès; sans doute eût-il été moins apte à faire face aux exigences qui se sont présentées si l'on avait dû se contenter du matériel ancien, mais, justement, de sérieux perfectionnements avaient été réalisés depuis quelques années. Rappelons, en particulier, la grande amélioration introduite dans la construction des machines génératrices par l'application des pôles de commutation : cette modification à elle seule est essentielle, car le fonctionnement des arcs donne lieu à des à-coups de courant violents.

Enfin, une innovation très heureuse avait été réalisée dans le procédé de soudure même par l'adoption de l'électrode métallique à gaine isolante, dispositif qui, tout simple qu'il puisse paraître au premier abord, a constitué en fait un progrès d'une importance capitale.

*

Pendant plusieurs années, le procédé à l'arc a été appliqué de deux façons principales : 1° en faisant jaillir l'arc entre la pièce et une électrode de charbon; 2° en remplaçant cette électrode de charbon par une barre de même métal que la pièce à souder; c'étaient, dans leur forme presque initiale, les procédés rudimentaires de Bernardos et de Slavianoff.

Ces procédés présentent chacun leurs avantages et leurs inconvénients; le premier se recommande par sa simplicité et sa rapidité; le second par la qualité des soudures qu'il fournit; le métal d'apport fondu directement perd moins que celui fondu dans l'arc au charbon ses propriétés physiques et chimiques.

On comprend facilement que ce n'est pas impunément que le métal est soumis brusquement aux températures extraordinaires que développe l'arc (et aussi le chalumeau oxy-acétylénique) : la texture s'altère quelque peu et devient cristalline; en outre, il se produit assez facilement une sorte de rochage qui, après le départ des gaz occlus, laisse le métal un peu poreux.

Comme dans le cas de la soudure oxyacétylénique, ces deux défauts peuvent être corrigés, le premier par le martelage du métal encore chaud, ce qui restitue du nerf au métal et en resserre le grain, le second par un recuit au rouge, suivi d'un refroidissement de 30 à 40 minutes. En règle générale, ces remèdes sont plus efficaces et moins indispensables d'ailleurs avec la soudure à électrode métallique parce qu'elle donne un métal plus ductile, ce qui est important si l'on doit travailler la pièce au tour.

Toutefois ce procédé à électrode métallique, qui semble à première vue être un procédé de fusion idéal, donne lieu en pratique à quelques difficultés; la plus sérieuse est due à l'instabilité de l'arc; celui-ci se déplace constamment sur l'électrode et il jaillit aussi bien de côté que par le bout. La raison de cette mobilité est facile à deviner; elle provient évidemment de la très faible résistance ohmique du crayon métallique et de la conductibilité des vapeurs produites par ce crayon entre l'électrode et la pièce.

Constater le défaut, c'était donc presque du même coup en connaître le remède : envelopper l'électrode métallique d'une gaine isolante appropriée; cependant il fallut plusieurs années avant que la solution fût conçue et mise en pratique; son adoption renouvela véritablement l'art de la soudure par l'arc.

Kjellberg, à qui en revient l'honneur, emploie, comme gaine, une enveloppe se volatilisant sous l'effet de la chaleur et donnant des vapeurs réductrices qui, tout en empêchant l'oxydation du métal travaillé, ne laissent pas de trace dans la soudure.

Une variante, due à Strohmenger, consiste à employer une gaine fournissant un laitier qui surnage sur le métal en fusion; on y travaille en maintenant l'électrode très près de la pièce, avec un arc par conséquent très court.

*

D'après l'expérience acquise, les procédés Kjellberg et Strohmenger conviennent bien pour les tôles de 1/4 de pouce et plus; pour les tôles plus minces, ils sont moins bons que le procédé à électrode métallique nue, parce qu'ils localisent trop l'échauffement; tous sont moins rapides que le procédé Bernardos, mais ils lui sont supérieurs qualitativement.

Un grand avantage des procédés à électrode métallique, spécialement des procédés Kjellberg et Strohmenger, est de permettre d'exécuter des soudures au-dessus de la tête de l'opérateur, de bas en haut, sur la face inférieure des pièces à réunir, aussi bien que verticalement et supérieurement. Ce mode de travail est réalisable à vrai dire par d'autres moyens, mais beaucoup moins facilement ; même avec l'électricité, il demande au surplus une grande habileté de la part de l'opérateur.

Le mécanisme des phénomènes qui le rendent possible n'est pas encore bien connu ; on doit travailler avec le courant continu et, semble-t-il, en reliant l'électrode au négatif ; ce dernier point est contesté ; peut-être tout n'est-il qu'une question de température, dépendant de la masse de la pièce.

Les tensions et intensités de courant avec lesquelles on opère dans ces procédés diffèrent quelque peu d'une méthode à l'autre, mais pas assez notablement pour qu'il y ait à s'y arrêter spécialement ici.

On peut, au choix, travailler avec du courant continu ou avec du courant alternatif ; si l'on travaille avec du courant continu, on peut relier l'électrode soit au positif, soit au négatif de la source. En règle générale, le courant continu est considéré comme préférable, et il vaut mieux que ce soit l'électrode qui se trouve au pôle positif en raison de la tendance de l'arc à transporter le métal dans le sens du courant. Pour la soudure du fer et de l'acier à l'aide de l'électrode à charbon, le crayon doit cependant être négatif, sous peine de voir le métal fortement carburé par les vapeurs de carbone ; il convient de noter que c'est à l'électrode positive que l'on réalise la température la plus forte. Sauf dans les cas particuliers, on tend aujourd'hui à généraliser l'emploi de l'arc alternatif, non pour des raisons relatives à l'arc, mais uniquement pour des motifs de commodité dans la production de l'énergie.

La chute de tension sur l'arc n'est jamais supérieure à 45-50 v. ; comme l'arc sous tension constante tend à absorber une intensité croissante, on doit lui adjoindre une résistance limitative en série ; mais cette résistance est suffisante si elle absorbe quelque 20 v. La tension nécessaire pour le fonctionnement de l'arc est donc voisine de 80 à 90 v. ; si l'on doit travailler sur un réseau à tension de 110 v. ou plus, il y a donc une perte d'énergie préjudiciable. Cette perte est d'ailleurs importante, car les intensités avec lesquelles on travaille sont fortes : 20-175 ampères dans le procédé Strohmenger, 45 à 175 dans le Kjellberg, jusqu'à 250-300 dans le Bernardos, 500 à 800 dans le découpage.

Avec le courant continu, on est amené à ramener la tension à la valeur voulue à l'aide d'un groupe moteur-générateur ; le rendement de ces groupes est communément de 60 à 70 % au plus. On peut aussi, à la rigueur, si l'installation comporte deux ou plusieurs postes, les faire marcher en série l'un avec l'autre ; mais cette méthode exige l'intervention de dispositifs additionnels dont on préfère se passer lorsque la chose est possible.

A tous ces égards, le courant alternatif est préférable ; quelle que soit la tension de distribution, et quelle que soit la tension secondaire, sur l'arc, que l'on veut réaliser, on obtient facilement cette dernière avec un transformateur-réducteur.

Une question doit retenir spécialement l'attention de ceux qui veulent étudier ou appliquer la soudure à l'arc : c'est la question des effets physiologiques de l'arc ; ces effets sont extrêmement marqués et il importe absolument que les opérateurs se prémunissent contre eux.

L'arc agit à la fois par les radiations ultra-violettes qu'il produit et par ses radiations infra-rouges ; les radiations ultra-violettes sont très nuisibles pour les yeux, les radiations infra-rouges déterminent sur la peau des phénomènes tout semblables à ceux de l'insolation.

Le soudeur et les aides doivent donc se protéger le visage, les poignets et les mains ; pour les poignets et les mains, on emploie des gants de cuir épais ; pour la tête, un casque cylindrique en micarta ou en aluminium. Le casque est muni, devant les yeux, d'une fenêtre à verres spéciaux ; pour avoir une bonne protection, il faut trois verres successifs : un verre clair ordinaire, et deux verres verdâtres ou ombrés. La fenêtre doit être conditionnée de façon à se déplacer facilement pour que l'opérateur puisse regarder directement la pièce qu'il travaille sans devoir ôter chaque fois le casque ; les verres doivent être placés à une distance des yeux de l'opérateur suffisante pour ne pas le brûler. Lorsque le procédé de travail est tel que le soudeur ait une main libre, on peut remplacer le casque par un simple écran, conditionné suivant les mêmes principes que le casque.

Afin que le personnel occupé aux travaux de soudure ne soit pas exposé à contracter l'ophtalmie, il importe encore d'éviter dans la salle où s'effectuent les travaux l'existence de lumières

d'intensités différentes. C'est pourquoi les établissements métallurgiques qui possèdent plusieurs postes de soudure font bien de les installer dans des locaux distincts et de diffuser la lumière d'une façon régulière.

*
* *

Quant aux applications de la soudure à arc, elles sont aujourd'hui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, extrêmement variées; on peut dire que le système est utilisable avec avantage dans toutes les industries où l'on travaille le fer ou l'acier.

En règle générale, les bons spécialistes ne sont pas d'avis toutefois qu'elle doive concurrencer la soudure oxyacétylénique, mais plutôt la compléter; ils ne la recommandent pas pour les tôles de très faible épaisseur (au-dessous de 6 mm.).

Dans les ateliers de construction électrique, on emploie le procédé avec électrode métallique ou avec électrode à charbon, pour les travaux de réparation à exécuter aux moulages d'acier, parfois aussi pour la fabrication de certaines parties (carcasses de moteur).

Dans les fonderies et les ateliers de machines, on emploie l'arc pour l'enlevage des jets, coulées, etc., le forage de trous dans les moulages, le remplissage des trous de soufflure relevés pendant l'usinage; ces opérations se font très rapidement et très commodément.

Les entreprises de traction emploient avec avantage l'arc électrique pour la réparation des carcasses de moteur, des timoneries de frein, des rails usagés, et, en général, de toutes les pièces en acier soumises à usure, comme les axes d'induit des moteurs. Pour cette dernière réparation, on renforce très simplement les parties usées, à l'aide de l'arc; on les fait passer au tour, et on les remet en état, sans avoir à démonter quoi que ce soit de l'induit, ce qui est un grand gain de temps.

De la même façon, on répare très économiquement les aiguilles et croisements, en faisant la réparation sur place; des spécialistes recommandent même de souder électriquement les éclisses et joints au lieu de les boulonner ou de les river.

Dans les aciéries, on utilise avantageusement l'arc pour beaucoup d'opérations; le procédé permet souvent de remettre en état, à peu de frais, des pièces d'une grande valeur et que l'on aurait dû perdre sans cela. L'arc électrique est également très utile pour déboucher les trous de coulée des fours, lorsqu'ils sont obturés par du métal froid ou par du laitier; mais il faut alors que l'on recoure à une très grosse électrode, de plusieurs pouces de diamètre et plusieurs pieds de longueur, avec un support approprié.

*
* *

Un champ d'applications très important pour la soudure électrique est la remise en état des châssis et des chaudières dans les ateliers de réparation des chemins de fer.

Il arrive souvent que les châssis se crevassent en service; d'ordinaire, on doit, pour les réparer, démonter la machine et envoyer le châssis aux forges; avec l'arc, la réparation se fait sur la machine restant montée.

Ce procédé est remarquable aussi pour les réparations à exécuter dans les boîtes à feu, pour la soudure des rayons des roues motrices, et pour beaucoup d'autres réparations à toutes les parties; une des applications les plus remarquables, dans ce domaine, est le montage des tubes dans les locomotives.

Autrefois, il était de règle d'insérer les tubes dans la plaque à feu postérieure, en les faisant dépasser d'une longueur suffisante pour que l'on pût les rabattre; les tubes montés de cette façon demandent des réparations à bref délai. L'expérience a démontré qu'il est possible de souder les tubes à la plaque à feu électriquement; différentes grandes compagnies ont adopté ce procédé et en obtiennent des résultats très satisfaisants.

La soudure électrique à arc a également été introduite avec succès dans la construction navale, et ce pour toutes les parties : coque, étraves, étambots, tôles usées, machines (pièces cassées, corrosions des arbres porte-hélices, rapport du métal sur les parties frottantes), chaudières (corrosions intérieures, fuites, bouchage des trous, remplacement des parties amincies, fuites au rivetage, etc.).

Aux Etats-Unis, cette partie de la technique de la soudure a fait l'objet de travaux très intéressants, à la suite des expériences entreprises en 1917 pour rechercher les moyens d'activer la construction des navires. Jusqu'à ce moment, on estimait en Amérique qu'il n'avait pas été démontré que le procédé pût donner des joints d'une résistance irréprochable dans la soudure des plaques de la coque comme procédé de fabrication courant; un Comité s'est chargé d'approfondir cette question.

Dans ce but, des soudures ont été exécutées sous les yeux de spécialistes avec des intensités et des tensions différentes et en employant des électrodes diverses, sur des tôles de 1/2 pouce; des échantillons de soudure ont ensuite été pris et envoyés à un service d'essai indépendant (le

Bureau d'étalonnage de Washington). Bien que les soudures eussent été exécutées par des opérateurs très divers et dans des établissements différents, les essais ont donné des résultats d'une concordance étonnante; toutes les épreuves ont montré que la soudure électrique est particulièrement avantageuse pour les pièces soumises à des efforts de flexion, de pression, etc.

Actuellement, on poursuit les recherches sur des tôles de 3/4 et de 1 pouce d'épaisseur, les essais étant organisés de la même façon que les premiers; on a, entre autres, confectionné des cuves d'épreuve soudées entièrement par l'arc électrique, en vue des essais de pression. On a en outre exécuté de nombreuses opérations pratiques : parmi celles-ci, le montage d'une cible flottante pour le chantier naval de Norfolk, avec une quille de 33 m. de longueur, complètement soudée à l'électricité.

Cet exemple, donné par un groupement technique officiel, a communiqué un vive impulsion aux recherches et stimule très énergiquement le zèle des constructeurs, de telle sorte que l'on peut actuellement trouver dans le commerce tous les appareils désirables.

* * *

Il resterait d'autres usages à mentionner; ce sont tous ceux que l'on a donnés au procédé dans les industries de la guerre, par exemple dans la fabrication des projectiles; comme exemple d'application de ce genre, on peut citer les bombes de tranchée. Ces projectiles sont constitués par un corps en tôle roulée et soudée, avec deux calottes forgées et en général six ailettes qui assurent la régularité du tir; on soudait au chalumeau le corps et les calottes et à l'arc les ailettes. D'après la Société de la Soudure autogène française, le travail était fait par des ouvrières; une bonne ouvrière faisait jusqu'à 100 bombes en 10 heures, ce qui représente 9 m. de soudure à l'heure.

Comme la soudure oxyacétylénique, la soudure électrique à l'arc est utilisable pour le cuivre et le bronze aussi bien que pour le fer et l'acier, et les applications qu'elle reçoit pour ces derniers métaux, elle peut les avoir pour ceux-là.

D'autre part, si l'on augmente le courant sur l'arc électrique — en accroissant la tension appliquée sans allonger l'arc — l'échauffement peut devenir tel que la pièce soumise à l'arc entre elle-même en fusion. Il est donc possible, en procédant de la sorte, de réaliser le découpage, d'une façon comparable à ce que l'on fait avec le chalumeau oxyacétylénique; ce mode de travail est cependant moins bon que le travail au chalumeau et il n'a encore reçu que des applications relativement restreintes. C'est surtout un moyen de fortune, auquel on ne recourt que si les gaz nécessaires pour le procédé oxyacétylénique font défaut; dans quelques cas, cependant, il peut présenter de l'intérêt, grâce à la facilité avec laquelle il permet de localiser l'échauffement. On peut l'employer par exemple avec avantage pour percer un trou de petit diamètre dans une plaque d'acier cémentée (cuirasse d'acier), à l'air ou sous l'eau, pour dériver les tôles de bordé dans les navires, en brûlant les têtes de rivet, sans toucher à la fraisure.

III. — LA SOUDURE AUTOGÈNE ÉLECTRIQUE PAR RÉSISTANCE

De même que les deux méthodes de soudure précédentes, la soudure électrique par résistance a fait des progrès pendant la guerre; son avance a été moins marquée, cependant, parce qu'elle réalisait déjà avant le commencement des hostilités la plupart des applications dont elle est susceptible.

La soudure par résistance ou à incandescence n'est pas apte à autant d'usages que les deux autres méthodes; elle est précieuse, elle est sans égale pour certains travaux; mais ce sont des travaux d'atelier de fabrication et des travaux auxquels elle est couramment appliquée de longtemps. Ils sont généralement connus : soudure de barres, de fers L, de fers T, de bandages de roue, de jantes d'automobile, de châssis, de fils, de maillons de chaîne, etc., en acier doux ou en cuivre principalement, depuis les plus petites dimensions jusqu'aux plus fortes qui peuvent se présenter.

La plupart du temps, ces travaux s'exécutent en série, à la machine, de façon partiellement ou totalement automatique, et sans aucun travail complémentaire; pour les grosses pièces seulement, on soumet la soudure à un martelage, afin qu'elle ait toute l'homogénéité voulue. Le martelage se fait quelquefois sur la machine à souder, mais plus souvent la soudure s'achève sur l'enclume.

Les machines employées sont nombreuses et variées; de très bons modèles sont connus de longue date en France; tous les types reposent sur le même principe fondamental et ils ne se différencient que par des détails d'exécution relatifs aux dispositifs dans lesquels sont prises les pièces à réunir, aux organes de réglage commandant la pression qui rapproche les pièces ou à d'autres accessoires.

De toute façon, il est très utile pour la bonne exécution de la soudure que les pièces à réunir

soient de section égale et qu'une même longueur de chacune d'elles se trouve entre les mâchoires où elles sont prises et qui y amènent le courant; des jauges sont employées au besoin pour faciliter la réalisation de cette condition; les mâchoires sont refroidies par une circulation d'eau.

Dans toutes les applications, la soudure électrique à résistance demande de très grandes intensités de courant sous une tension très réduite et l'on travaille en conséquence avec du courant alternatif, en alimentant le circuit des pièces à souder à l'aide d'un transformateur réducteur.

Deux modes de travail peuvent être employés :

1° On peut opérer avec une puissance restreinte, maintenue pendant un certain temps : le métal s'échauffe lentement, on le travaille au marteau s'il le faut pour assurer le contact; lorsque la température de fusion est atteinte, on porte rapidement la pièce sur l'enclume et on achève la soudure au marteau; la tension nécessaire pour ce mode de travail est de 1 à 2 volts;

2° On peut, au contraire, soumettre les pièces à réunir à une très forte intensité : dans ce cas, les surfaces sont brûlées, mais les pièces sont pressées l'une contre l'autre, pour chasser le métal brûlé; lorsque ce résultat est atteint, on coupe le courant; on enlève le métal sale à la meule après refroidissement; on ne travaille pas au marteau et le joint est donc formé de métal propre uniquement; la tension nécessaire est de 2 à 4 volts.

Le premier procédé s'applique lorsque l'on veut éviter toute augmentation d'épaisseur au joint, dans la soudure de tubes, de bandages de roue, etc., en acier par exemple. On applique le second lorsque l'augmentation d'épaisseur au joint est sans inconvénient.

***

Il n'y a rien de bien nouveau à dire au sujet des machines employées pour la confection des tubes, des bandages, et autres dispositifs et pour la fabrication des chaînes, opérations usuelles de la soudure par rapprochement et qui sont au point depuis quinze ou vingt ans.

Dans le travail des tôles, selon la nature de la soudure qu'elles fournissent, les machines à souder par résistance peuvent se classer en deux catégories : celles où la soudure est continue, celles où la soudure est faite de point en point, et constitue une sorte de rivure autogène.

Les tôles à réunir se trouvant mises dans la position requise, et formant joint à recouvrement, on introduit le joint entre les deux électrodes terminées par des galets — en cuivre pur — et l'on fait passer le courant tout en soumettant le joint à une pression convenable. A mesure que la soudure s'opère, la pièce avance entre les galets et le joint se trouve bientôt soudé sur toute sa longueur; on fabrique ainsi à très bon compte des récipients de toute espèce parfaitement étanches.

Dans la soudure point par point, les électrodes sont coniques, jointes en regard; elles sont animées, automatiquement ou non, d'un mouvement alternatif de rapprochement et d'écartement, exécutant chaque fois, sur les pièces travaillées, un point de soudure. Les points de soudure peuvent être aussi rapprochés ou aussi éloignés que l'on veut; on confectionne de cette façon les ustensiles de ménage ou industriels les plus variés.

Dans les deux procédés, les soudures sont remarquablement fortes, le métal se trouvant peu altéré, car l'échauffement est restreint au plus strict minimum, mais, par ce fait même, la soudure est délicate; il est essentiel que les surfaces juxtaposées soient bien propres.

Le travail est généralement automatique : dans la soudure point par point, le courant est coupé automatiquement au moment voulu; dans la soudure continue, c'est l'avancement de la pièce qui est automatique; il n'est pas bon de laisser à l'opérateur le soin de fixer le temps de chauffage.

***

La soudure électrique par résistance peut être appliquée pour des tôles d'épaisseur assez variées, jusqu'à 1/2 et 3/4 de pouce; la soudure point par point remplace avantageusement le rivetage; elle économise le temps et la main-d'œuvre; il y a cependant des limites à son application.

En règle générale, la méthode est surtout appliquée aux objets de faible épaisseur; certains spécialistes estiment que le métal doit être de qualité appropriée; dans le cas de l'acier doux, par exemple, il faudrait un métal fabriqué au creuset, d'épaisseur uniforme, à faible teneur en carbone (moins de 0,1 %), en soufre et en phosphore (pas plus de 0,05 %) : à défaut de quoi, on risquerait que la soudure soit difficile et cassante. Un excès de phosphore rend la soudure cassante; un excès de carbone empêche la soudure; lorsqu'il y a excès de soufre, il semble que le métal est soumis à une sorte d'ébullition qui le laisse rempli de cratères lorsqu'il est refroidi. Cette question de l'influence de la qualité du métal sur la soudure mérite d'être signalée spécialement, parce qu'elle n'a pas suffisamment retenu l'attention jusqu'ici.

Une application récente du procédé à résistance est la confection d'outils spéciaux à coupe rapide; la méthode permet de fabriquer des outils dont le tranchant seulement est en acier spécial, soudé sur un corps en acier ordinaire. Ce travail demande généralement une certaine expérience; le réglage de la température y est particulièrement important; il est d'ailleurs essentiel dans tous les travaux; on constate que les aciers à coupe rapide s'échauffent plus vite que les aciers doux (il y a en outre de grandes différences entre eux-mêmes). D'ordinaire, on maintient le courant jusqu'à ce que l'acier dur soit au rouge, on le coupe alors et on laisse la chaleur se communiquer conductivement à l'acier doux qui doit être soudé au premier; la machine à souder est en conséquence munie d'un interrupteur que l'opérateur ouvre et ferme alternativement, en surveillant les pièces, tandis que celles-ci sont en même temps pressées l'une contre l'autre de façon à s'unir; l'interrupteur souffre quelque peu des ouvertures fréquentes auxquelles il est soumis, mais la dépense qui en résulte est insignifiante comparativement à l'économie réalisée sur le prix de l'outil.

***

Il nous reste à signaler, pour terminer cet exposé sommaire, les travaux auxquels s'est livré, au sujet de la soudure par résistance, ce même Comité américain dont nous avons parlé à propos de la soudure par arc.

Dans le passé, le procédé par rapprochement n'avait été appliqué que pour la fabrication d'objets en tôle mince; le Comité voulut voir si la méthode pouvait être appliquée à la soudure de tôles de 1/2 à 1 pouce d'épaisseur telles qu'on en emploie dans la construction navale. Dans ce but, il fit construire un appareil de grandes dimensions; il constata bientôt que la soudure des tôles de 1/2, 3/4 et 1 pouce d'épaisseur ne présentait aucune difficulté et que l'on pouvait même souder facilement 3 épaisseurs de tôle de 1 pouce.

C'était la première fois que l'on appliquait la soudure par rapprochement à de pareilles épaisseurs; l'on établit immédiatement de grosses machines pour introduire le procédé dans l'industrie. L'on compte qu'après cette expérience, le système deviendra d'un grand emploi dans la construction des navires et qu'il y procurera une grande économie de temps et de travail. Il sera peut-être difficile, cependant, de réaliser des machines qui puissent servir dans la construction navale, parce que, la plupart du temps, la place dont on dispose de part et d'autre des pièces à travailler est trop restreinte pour que l'on puisse y monter les machines à souder.

Tel est cependant l'attrait de la méthode qu'on va jusqu'à envisager une transformation des types de navire eux-mêmes, pour permettre l'application de la soudure par rapprochement; sans trop escompter pareille transformation, on peut supposer que l'industrie tirera parti d'une façon plus immédiate de l'aptitude, établie par les expérimentateurs américains, de la soudure à résistance au travail des grosses tôles.

Henri Marchand.

REVUE DE CHIMIE MINÉRALE

Depuis la publication de la dernière Revue (1916), les recherches de Chimie minérale n'ont pas été très nombreuses. Du moins, les travaux qui ont paru jusqu'à ce jour sont relativement restreints. Les Industries chimiques de la guerre ont absorbé le temps de tous ceux qui se préoccupaient d'apporter une contribution efficace à l'œuvre de la Défense nationale, et l'activité a été tournée vers les perfectionnements industriels qui devaient assurer un meilleur rendement en produits de toute espèce, dont la consommation prenait un développement prodigieux.

Les grandes fabrications chimiques existant dans les différents pays ont été multipliées; celles qui faisaient défaut avant la guerre ont été créées de toutes pièces.

Le besoin formidable d'acide sulfurique et d'acide azotique a fait surgir des usines énormes, qui ont fourni finalement la quantité de produits nécessaires à la fabrication des explosifs. Dans la plupart des pays, et en France en particulier, l'acide sulfurique était préparé avant la guerre par le vieux procédé des chambres de plomb, et ses emplois pour la plupart des industries qui en faisaient usage ne nécessitaient pas sa concentration. Sauf dans quelques cas exceptionnels, l'acide à 50-52° Baumé, tel qu'il sortait des chambres de plomb, suffisait à tous les besoins industriels. Mais la nécessité d'obtenir de

l'acide à 66° pour la fabrication des différents explosifs a mis les industriels dans l'obligation d'effectuer la concentration de l'acide des chambres de plomb. Et dans toutes les usines privées ou nationales, la production de cet acide concentré est devenue intensive. Le tonnage atteint annuellement dans tous les pays est devenu si fantastique, que l'on peut se demander ce qu'il va advenir aujourd'hui de ces merveilleuses usines, créées à grand frais. La fabrication de sulfate d'ammoniaque et de superphosphates que l'on a préconisée pour l'utilisation de ces usines ne consommera jamais plus du dixième de la fabrication du temps de guerre.

L'acide azotique a été fabriqué dès le début de la guerre par le procédé classique de Valentiner. Les nombreuses installations effectuées ont répondu largement à tous les besoins. Le nitrate de soude du Chili, qui parvenait normalement dans les différents pays alliés, permettait d'arriver à ce résultat. Un seul inconvénient résultait de cette fabrication : c'est l'énorme quantité de bisulfate de soude résiduaire qui était produite dans toutes les usines. Sur l'utilisation de ce bisulfate, de nombreuses études ont été faites. Il en est peu qui soient entrées dans la pratique.

Lorsque le prix du nitrate de soude est devenu trop important, ou même pour accroître encore la production d'acide nitrique, on a créé des succursales de la Société norvégienne, et, utilisant des chutes naturelles, on a fabriqué l'acide azotique à partir de l'air par le procédé bien connu de Birkeland et Eyde. Puis à cette fabrication est venue s'ajouter l'oxydation de l'ammoniaque en vue de sa transformation en acide azotique, et, conséquemment, l'installation d'usines à cyanamide afin de produire le gaz ammoniac.

Des études entreprises un peu partout pour effectuer la fabrication de l'ammoniac synthétique n'ont pas été suivies généralement d'application industrielle, tandis que l'Allemagne développait au contraire d'une manière extraordinaire cette réaction qu'elle avait déjà mise au point avant la guerre.

Ces diverses fabrications ont fait l'objet d'un grand nombre de recherches.

On sait que, pour effectuer la synthèse directe de l'ammoniac à partir de ses éléments, il est nécessaire d'employer des températures extrêmement élevées, qui peuvent devenir moindres si l'on fait usage d'un catalyseur; même dans ce cas, il faut faire réagir les gaz en présence sous de fortes pressions. Et l'on sait, d'après les données de Haber et Le Rossignol, qu'une température de 550° et une pression de 180 atmosphères fournissent, en présence de catalyseurs comme l'osmium, l'uranium ou le fer, un rendement de 10-12 % en ammoniac.

Zenghelis a essayé d'effectuer cette combinaison à la température ordinaire ou à une température peu élevée en prenant l'azote et l'hydrogène à l'état atomique, à l'état naissant ou l'hydrogène occlus par les métaux. Ces deux gaz traversant, même au rouge, le platine ou le palladium très divisés, n'ont donné aucune trace d'ammoniac. En dirigeant le mélange de 3 vol. d'hydrogène et 1 vol. d'azote dans un tube contenant 10 cm³ d'eau chauffée à 100°, contenant un métal divisé comme catalyseur, les résultats ont été positifs. De l'ammoniac s'est formé, en quantité nettement dosable. Les résultats ont été encore plus accentués en utilisant de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique. La mousse de platine ou de palladium, le noir de platine, n'ont donné que de faibles quantités d'ammoniac. Par contre, le palladium colloïdal de Paal et Amberger, l'argent colloïdal de Carey Lea, ont fourni des doses importantes d'ammoniac. Le cuivre, le mercure et l'argent colloïdaux ont conduit également à la formation de ce composé azoté.

En préparant l'hydrogène à l'état atomique par dissolution d'un métal dans un acide ou par électrolyse, Zenghelis a pu obtenir son union avec l'azote. Par exemple, avec un courant d'azote passant dans un tube contenant 10 cm³ d'acide sulfurique 2N et 3 gr. de zinc en poudre, chauffé à 90°, il se forme de l'ammoniac. Ces expériences montrent nettement l'activité que possède l'hydrogène naissant ou occlus, puisqu'il réalise à basse température et à la pression ordinaire, en présence de traces de catalyseurs, la synthèse du gaz ammoniac avec de l'azote moléculaire. Mais, lorsque les deux gaz sont pris tous les deux à l'état atomique, les résultats sont tout à fait remarquables. En dirigeant un courant d'hydrogène dans une solution contenant 1,32 gr. de chlorure d'ammonium et 1,72 gr. de nitrite de sodium, en présence d'un catalyseur, l'azote naissant provenant de la réaction :

$$NO^2Na + NH^4Cl = NaCl + 2H^2O + 2N,$$

aurait dû produire 5 litres d'une solution d'ammoniaque centinormale. A 70-99°, 0,5 gr. de platine colloïdal en a fourni 1.756 cm³ et le palladium colloïdal (0,5 gr.) 2.060 cm³. Le volume d'hydrogène qui passait dans la solution était de 5 l. par heure. Dans le cas où l'hydrogène seul était atomique, la plus grande quantité d'ammoniac formé n'avait pas produit plus de 32 cm³ d'une

solution centinormale; avec les deux gaz à l'état atomique, la formation était 60 fois plus forte.

Hampel et Steinau ont également décrit un procédé de fabrication de l'ammoniac, n'exigeant ni températures élevées, ni fortes pressions, en utilisant les deux gaz N et H sous forme atomique. Le principe de la réaction est basé sur la décomposition du chlorure d'ammonium par le fer. Quand ce sel est chauffé en présence de limaille de fer, il est détruit en donnant de l'ammoniac et de l'hydrogène :

$$2\,NH^4Cl + Fe = FeCl^2 + 2NH^3 + H^2.$$

Si l'on effectue la réaction en présence d'azote, ce gaz va s'unir à l'hydrogène naissant et donner 2 molécules d'ammoniac, de telle sorte que la réaction finale, qui est effectuée à 300° et à 50 atmosphères :

$$3Fe + 6\,NH^4Cl + N^2 = 3FeCl^2 + 8NH^3,$$

montre que l'on obtient deux molécules d'ammoniac de plus que celles que fournit la décomposition du chlorure d'ammonium. Les 8 molécules d'ammoniac sont dirigées dans la solution de chlorure ferreux. Il se précipite de l'hydrate de fer, qui est ensuite réduit à l'état de fer par le gaz à l'eau, tandis que le chlorure d'ammonium est récupéré.

Les vapeurs de chlorure d'ammonium produites dans cette réaction sont corrosives et d'un maniement délicat. Pour les éviter, les auteurs ont essayé d'effectuer la formation d'ammoniac à l'aide de solutions. Les résultats auraient conduit à une formation de 94-99 % d'ammoniaque.

On sait, d'autre part, que l'on a réalisé la synthèse directe de l'ammoniac en mettant ses éléments en présence, sous forte pression, à une température supérieure à 400°, à l'aide de catalyseurs divers, tels que les azotures et carbures de cérium, d'uranium, de tungstène, de molybdène, de fer, de lithium et autres métaux. Les rendements ont été toujours faibles, 10 à 15 % au plus. Suivant un procédé breveté de Cederberg et Backstrom, on peut opérer à une température bien inférieure à 400° et atteindre un rendement de 40 à 50 %, en utilisant comme catalyseurs des métaux dont les azotures sont déjà instables à température relativement basse. L'emploi de cette température permettra dès lors d'effectuer la réaction à une pression plus élevée sans craindre son action sur les appareils employés. Le cuivre-amiante, la poudre de zinc, l'hydrure de cuivre, le ferrocyanure de cuivre, le bromure ou l'azoture de mercure, seraient les catalyseurs de choix. Dans ces conditions, ils agiraient suivant les réactions (M désignant le métal) :

$$\begin{cases} M + N = MN; \\ MN + 3H = M + NH^3. \end{cases}$$

$$\begin{cases} M + H = MH; \\ 3MH + N = 3M + NH^3. \end{cases}$$

Par exemple, en envoyant de l'azote à 10-15 atmosphères sur un mélange de Hg et de chlorure mercureux chauffé à 300-350°, il se forme le chloroazoture $2HgCl^2.Hg^3N^2$, qui est ensuite réduit par l'hydrogène. L'ammoniac obtenu est liquéfié par la neige carbonique-acétone.

Un grand nombre de brevets ont été pris sur cette synthèse de l'ammoniac; les uns changent le catalyseur, d'autres font varier la température et la pression.

Dans le brevet américain de Bosch et Mittasch, l'hydrogène et l'azote, débarrassés de toute trace d'humidité, sont dirigés à 600° sur un catalyseur formé de fer, de cobalt, de nickel et de molybdène. Le rendement est d'autant plus grand que les gaz réagissants sont plus secs. L'emploi de la pression n'est pas indiqué.

Vogt fait passer le mélange d'hydrogène et d'azote sur un chlorure métallique anhydre chauffé. Il se forme dans ces conditions du chlorure d'ammonium. A une plus haute température, ce sel se sublime.

Ellis combine N et H en présence de masses de contact formées par du cérium obtenu par réduction de son oxyde préalablement purifié. La présence de terres rares, telles que La, Di, Yt, augmente la facilité de combinaison. Ces métaux sont mélangés avec du charbon de bois et la réaction est effectuée à 350-450°, sous une pression de 60 à 80 atmosphères.

On a également fait passer alternativement H et N sur une couche de carbures de cobalt, fer, titane, magnésium, baryum, ou un mélange de ces carbures. Ils sont chauffés électriquement dans un four approprié. Avec les carbures de calcium et de fer, la formation d'ammoniac aurait lieu suivant les réactions :

$$2CaC^2 + FeC^2 + 6N = Ca^2Fe(CN)^6;$$
$$Ca^2Fe(CN)^6 + 18H = Ca^2FeC^6 + 6NH^3.$$

Toutes ces réactions n'ont été suivies d'aucun effet industriel pratique. Seul, le procédé Haber et Le Rossignol, propriété de la Société Badoise d'Aniline, a pu fonctionner d'une manière très étendue pendant la guerre, parce que déjà dès 1914 il était mis au point.

Un certain nombre de brevets ont été pris également sur la formation de la cyanamide. Leur intérêt est bien moins grand, car cette industrie

était parfaitement connue et fonctionnait admirablement dans divers pays.

On a essayé d'augmenter la teneur en azote fixé par les carbures, par addition de certains catalyseurs ou corps indifférents, sur lesquels le secret a été gardé. La cyanamide obtenue serait plus poreuse et plus facile à broyer (Carlson).

Polzeninius emploie du sulfure de sodium ou de potassium. Leur effet est tel que, mélangés au carbure de calcium, l'azote commence à être absorbé dès la température de 750°. De plus, la transformation du carbure est complète et l'on peut ainsi obtenir un produit renfermant plus de 20 % d'azote. On sait que dans les procédés industriels actuels, pour favoriser l'absorption de l'azote par le carbure de calcium, on emploie généralement du chlorure ou du fluorure de calcium. Mais le premier a le défaut de fournir un produit azoté hygroscopique, qui prenant de l'humidité perd toujours une certaine quantité d'azote ammoniacal, et l'emploi du fluorure ne permet pas d'abaisser la température de fixation de l'azote au-dessous de 900°. L'emploi des sulfures évite ces deux inconvénients, et fournit en outre une cyanamide à plus forte teneur en azote.

La cyanamide constitue un excellent engrais azoté ; mais elle présente le grand inconvénient d'être très pulvérulente, ce qui occasionne des accidents dus à sa causticité et des pertes au moment de l'épandage. Aussi, l'on a essayé de granuler cette poudre et Roussel a préconisé un procédé très commode qui consisterait à la mélanger avec 5 °/₀ de terre alumineuse, telle qu'argile, kaolin, marne grasse, etc., et 0,35 °/₀ de caséine, afin d'augmenter le pouvoir agglutinant. Le tout est additionné d'eau alcaline et soumis ensuite au brassage. La pâte obtenue se granule facilement.

Enfin, l'oxydation de l'ammoniac, obtenu par synthèse ou à partir de la cyanamide ou des nitrures, a également fait l'objet d'un grand nombre de brevets.

Bosch et Mittasch utilisent pour cette oxydation un catalyseur formé d'oxyde de bismuth, Bi^2O^3, mélangé avec un oxyde de fer, manganèse, cuivre, cobalt, nickel, chrome, uranium, cérium, yttrium, zinc, thorium, ou un métal du groupe du platine, ou un dérivé du silicium ou du titane, disposé ou non sur des briques réfractaires.

Ellis emploie un composé d'argent et d'un acide oxygéné d'un autre métal, et il donne comme exemple le molybdate d'argent. Le gaz ammoniac et l'air fournissent aussi les oxydes de l'azote. Le vanadate de cobalt a été utilisé également comme catalyseur.

Ces procédés n'ont d'ailleurs pas été suivis d'application industrielle. L'oxydation de l'ammoniac par l'air, en présence du platine, conduit à un bon résultat.

La production d'acide azotique et des produits conduisant à l'ammoniaque a été poussée très activement dans les différents pays. La crainte de voir s'arrêter cette production ne doit pas être envisagée, attendu que la terre constitue le débouché naturel de ces composés, soit sous forme de nitrate d'ammoniaque ou de sulfate d'ammoniaque, soit sous forme de cyanamide.

Si la fabrication de l'acide azotique et celle de l'acide sulfurique ont pris un très grand développement pendant la guerre, il est d'autres industries de chimie minérale qui ont vu s'accroître également leur production. Celle du chlore a pris en particulier une extension énorme, et la fabrication du gaz phosgène, ou oxychlorure de carbone, $COCl^2$, relève de cette industrie. En dehors de la préparation classique bien connue de ce gaz, il faut signaler une préparation de Whitehouse, consistant à faire barboter de l'oxyde de carbone à travers une couche de chlore liquide, à une température inférieure à 34°, jusqu'à ce que le gaz ne soit plus absorbé.

La fabrication de l'oxychlorure de carbone pourra être maintenue dans une certaine limite, attendu qu'il est utilisé pour la synthèse d'un certain nombre de colorants artificiels. Une partie du chlore trouvera également un débouché dans la fabrication du chlorure de soufre, employé dans la vulcanisation du caoutchouc.

***

Nous avons décrit dans la précédente revue (30 mai 1916, page 310) les nouvelles méthodes de préparation de l'hydrogène, dont la plupart avaient été brevetées par la Badische. D'après cette Société, on peut également se servir, dans la réaction de la vapeur d'eau sur l'oxyde de carbone ou sur des gaz en contenant, en présence du nickel comme catalyseur, de métaux tels que le fer ou ses oxydes additionnés au nickel. Celui-ci posséderait une activité très satisfaisante sans que l'on ait à craindre la formation de méthane.

D'après Buchanan, on obtient un rendement maximum en hydrogène, en faisant passer l'oxyde de carbone et la vapeur d'eau sur un catalyseur formé par des couples métalliques, par exemple un couple fer-cuivre que l'on obtient en chauffant de l'oxyde de fer avec du carbonate de soude. On lave le produit formé avec de l'eau pour enlever l'alcali, et après dessiccation on réduit par de l'hydrogène. Lorsque le métal est refroidi, on

l'humidifie avec une solution de nitrate de cuivre, et le produit est chauffé dans un courant d'hydrogène. A 500°, ce couple fournit une décomposition parfaite du mélange oxyde de carbone-vapeur d'eau :

$$CO + H^2O = CO^2 + H^2.$$

Un couple argent-fer s'est montré aussi très actif.

Dans le procédé de la Chemische Elektron, on produit l'hydrogène par réaction du charbon, ou de gaz contenant CO et de la vapeur d'eau, sur des oxydes alcalins ou alcalino-terreux, ainsi que sur leurs hydrates. Le charbon employé est très poreux ; c'est du lignite ou du charbon de bois. Le gaz et la vapeur d'eau, dirigés sur un mélange de chaux et de charbon, sous une pression de vapeur de 10 atmosphères, fourniraient de l'hydrogène sensiblement pur.

Cette action de la vapeur d'eau sur le charbon en présence de chaux avait déjà été étudiée par Léo Vignon, et les résultats qu'il avait obtenus montrent que l'on peut obtenir par ce procédé un gaz très riche en hydrogène. A une température comprise entre 600 et 800°, la vapeur d'eau, dirigée sur un mélange homogène et intime de charbon et de chaux, peut produire les réactions suivantes :

$$C + CaO + 2H^2O = CO^3Ca + 2H^2 ;$$
$$2C + CaO + 2H^2O = CO^3Ca + CH^4 ;$$
$$3C + CaO + 2H^2O = CO^3Ca + C^2H^4.$$

Ces trois transformations sont exothermiques et dégagent respectivement 25 calories, 47 et 17 calories. 10 gr. de coke de gaz mélangé avec 35 gr. de chaux vive ont fourni un gaz à 65 % d'hydrogène et 25 % de méthane ; en remplaçant le coke par du noir de fumée, la dose d'hydrogène formée n'atteint que 58,7 %. La quantité de vapeur d'eau intervient et joue un rôle important dans la réaction, car elle réagit sur le méthane suivant la formule :

$$CH^4 + H^2O = CO + 3H^2.$$

Dès lors, avec un excès de vapeur d'eau, on tendra vers un pourcentage plus élevé en hydrogène. L'on constate, en effet, que, pour le même mélange chaux-charbon, l'excès de vapeur d'eau ne laisse plus subsister que 8 % de méthane et qu'il se forme 85 à 87 % d'hydrogène.

Au contraire, on peut arriver à la formation d'un mélange de méthane et d'hydrogène se rapprochant de celui qui existe dans le gaz de houille, lorsque l'on se place dans des conditions telles que l'eau ne soit pas en excès. Vignon a pu obtenir un gaz présentant la composition suivante en % : H, 69,3 ; CH^4, 20,46 ; CO, 5,28 ; O, 0,6 ; N, 3,96 ; CO^2, 0,4.

Il est donc possible de gazéifier le charbon en faisant intervenir la vapeur d'eau en présence de chaux vive. Comme, d'autre part, le carbonate de chaux formé dans la réaction peut être dédoublé, la chaux peut être considérée comme constituant le catalyseur dans cette opération. Nous croyons savoir que des essais industriels sont pratiqués en vue de l'utilisation de cette réaction.

Vignon a étudié également la décomposition de l'oxyde de carbone par la vapeur d'eau ; en présence de chaux, ce gaz est transformé, à partir de 400°, en un mélange d'hydrogène et de méthane :

$$CO + Ca(OH)^2 = CO^3Ca + H^2 ;$$
$$4\,CO + 2Ca(OH)^2 = 2CaO + 3\,CO^2 + CH^4.$$

En cherchant à réaliser la transformation totale de CO en H et CH^4, par des passages successifs d'oxyde de carbone sur la chaux hydratée, il a obtenu avec un gaz contenant 98,5 % d'oxyde de carbone :

Après un premier passage,		88,5 %	d'hydrogène et
—	second —	94,5 %	hydrocarbures
—	troisième —	99,5 %	

La transformation a été sensiblement totale.

L'emploi d'autres catalyseurs, tels que le fer, le nickel, le cuivre, la silice, l'alumine, etc., permet également d'arriver à une production importante d'hydrogène et de méthane, à partir de l'oxyde de carbone.

On parvient ainsi à une meilleure utilisation du charbon, puisqu'il est possible, à l'aide de ce procédé, de gazéifier le coke obtenu de la houille. La transformation des goudrons en gaz n'est pas à envisager, car elle ferait perdre une matière trop importante au point de vue industriel.

L'étude de l'origine de ces goudrons a pris un nouvel aspect depuis les beaux travaux de Pictet et de ses élèves. Ces recherches ont été exposées dans la *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1916 (n° 20, p. 579). La houille, si abondante dans la nature, est mal connue au point de vue de sa composition chimique. Depuis longtemps cependant, et Berthelot fut le premier à en faire l'hypothèse, on pensait qu'il devait exister dans ce produit quelque principe immédiat qui, par sa pyrogénation, devait engendrer les goudrons. Il n'insista pas sur ce point, important aujourd'hui, tandis qu'il développa largement la théorie de la formation à partir de l'acétylène.

En partant de ce principe qu'il pouvait y avoir dans la houille quelques produits bien définis, un certain nombre d'auteurs essayèrent de les enlever à l'aide de solvants neutres, alcalins ou

acides. Le benzol, la pyridine, la quinoléine, l'aniline, le phénol, etc., permirent d'enlever à la houille une certaine quantité de produit soluble dans ces solvants, et dans certains cas (quinoléine) la proportion fut près d'atteindre la moitié (47,3 %). Mais les produits ainsi obtenus ne furent pas étudiés. Pictet, ayant fait l'épuisement de 5 tonnes 1/2 de houille de la Sarre, à l'aide du benzol, isola pour la première fois, de l'extrait obtenu, des composés hydroaromatiques et des oléfines, analogues à celles que l'on trouve dans certains pétroles.

Plus récemment, Fr. Fischer et Gluud, en traitant par la benzine quelques charbons, dans une bombe spéciale dont la température a été graduellement élevée jusqu'à 235°, et sous une pression de 40-50 atmosphères, ont pu extraire 6,6 % de produits solubles, alors que Pictet n'avait obtenu que 0,25 % d'extrait. Ces produits constituaient une masse peu fluide à forte odeur de pétrole. Mais les auteurs n'en ont retiré aucun composé défini, de telle sorte que tout le mérite de l'étude de l'extrait de la houille revient à Pictet et à ses élèves.

Les mêmes auteurs ont soumis du charbon pulvérisé, en suspension dans l'eau, à l'action d'un courant d'ozone. Ils ont constaté que ce corps disparaît graduellement en laissant une solution brune d'une substance semblable au caramel et possédant une forte réaction acide : 9 gr. 6 de charbon ont été réduits à 0 gr. 7, et 9 gr. 2 de substances sont ainsi passées en dissolution. Cette réaction suppose la formation d'ozonides, et par suite la présence dans la houille de composés à fonctions éthyléniques. Ce sont bien des corps de cette nature que Fischer a isolé la première fois de la houille.

A côté de ces travaux d'ordre général, nous citerons un certain nombre de réactions présentant un certain intérêt.

Haworth et Irvine ont donné une méthode de préparation de l'acide hypochloreux qui consiste à diriger du chlore à travers une série de flacons contenant de l'eau et un catalyseur qui est de préférence l'oxyde de cuivre ou un de ses sels, un sel de nickel ou de cobalt. En agitant d'une manière continue, on arrive finalement à un liquide qui contient 2 % d'acide hypochloreux libre que l'on peut séparer par distillation. La quantité de catalyseur employé est assez élevée. Pour 2 litres d'eau, il est nécessaire de prendre 80 à 100 gr. de sel de cuivre.

Signalons également un procédé de fabrication de l'acide perchlorique ClO^4H, par électrolyse, à l'aide d'un courant de 0,5 ampère par cm^2 d'électrode, d'une solution normale d'acide chlorhydrique.

La réaction entre le gaz sulfureux et l'ammoniac ne conduit pas au composé complexe $(SO^2)^3(NH^3)^4$, comme l'ont indiqué Divers et Ogawa. D'après ce dernier chimiste, il se forme deux produits bien définis : l'un est l'acide amidosulfureux NH^2SO^2H, de couleur jaune pâle ; le second, blanc, est le sel d'ammonium de cet acide, $NH^2SO^2NH^4$:

$$NH^3 + SO^2 = SO \begin{cases} OH \\ NH^2 \end{cases}$$

$$2NH^3 + SO^2 = SO \begin{cases} ONH^4 \\ NH^2 \end{cases}$$

Ces composés sont d'ailleurs assez instables et on constate même, peu de temps après leur formation, la présence d'une substance orange ou colorée en rouge, qui provient de la décomposition de ces corps. Même à la température d'ébullition de l'ammoniac liquide, la chaleur produite par la réaction est suffisante pour provoquer cette décomposition, si l'on ne prend pas des précautions pour régler les courants de gaz qui réagissent.

On sait que les chlorures de thionyle $SOCl^2$ et de sulfuryle SO^2Cl^2 constituent des corps chlorurants au premier chef, et nous avons vu dans des Revues antérieures qu'ils avaient été utilisés pour la préparation des chlorures métalliques à partir des oxydes de différents métaux. North et Thomson ont appliqué cette propriété chlorurante à la transformation du soufre et du phosphore en chlorures correspondants.

En chauffant du soufre avec du chlorure de sulfuryle en tube scellé, on obtient le chlorure de soufre :

$$SO^2Cl^2 + 2S = S^2Cl^2 + SO^2.$$

Cette réaction débute lentement à 95° et elle devient totale en peu d'heures à 125°. Le phosphore blanc ou le phosphore rouge, chauffé avec un excès de SO^2Cl^2, subit une chloruration en deux temps. La première donne le trichlorure de phosphore, qui se transforme ensuite en pentachlorure :

$$3SO^2Cl^2 + 2P = 2PCl^3 + 3SO^2;$$
$$PCl^3 + SO^2Cl^2 = PCl^5 + SO^2.$$

Avec le chlorure de thionyle, le soufre réagit en tube scellé, dès 150°, suivant la réaction :

$$2SOCl^2 + 3S = SO^2 + 2S^2Cl^2,$$

et le phosphore, dès 125°, donne un mélange de trichlorure de phosphore, de gaz sulfureux et de trichlorure de soufre :

$$4SOCl^2 + 2P = 2PCl^3 + 2SO^2 + S^2Cl^2.$$

Si on élève la température du mélange jusqu'à 180°, la chloruration est poussée jusqu'au pentachlorure qui se fait en petite quantité ; mais il se forme en même temps du chlorosulfure de phosphore $PSCl^3$.

Un procédé de fabrication d'acide sulfurique pur, privé d'arsenic et de sélénium, consiste à faire agir sur du sulfate de chaux naturel le carbonate d'ammonium. A chaud, il se produit une double décomposition :

$$SO^4Ca + CO^3(NH^4)^2 = CO^3Ca + SO^4(NH^4)^2.$$

Le sulfate d'ammonium ainsi obtenu est décomposé à l'aide d'acide phosphorique, ce qui libère l'acide sulfurique. On chauffe ensuite le phosphate d'ammonium à une température élevée pour le détruire en ammoniaque et acide phosphorique, qui rentrent tous les deux dans la fabrication. Il résulte de là que les matières premières nécessaires pour la production d'acide sulfurique par ce procédé seront le sulfate de chaux et l'anhydride carbonique.

Une seconde réaction, pouvant avoir une application industrielle, repose sur l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de cuivre ; il se forme du sulfure de cuivre insoluble et de l'acide sulfurique entre en dissolution, d'où on le retire par évaporation après séparation du sulfure métallique. Celui-ci, soumis à une action oxydante dans des tambours rotatifs, chauffés à 300°, est transformé en sulfate de cuivre qui servira à la fixation d'une nouvelle quantité d'hydrogène sulfuré. Cette réaction tout à fait simple ne s'effectue cependant d'une manière complète qu'à la condition d'ajouter au sulfure à oxyder deux à trois fois son poids d'oxyde de cuivre. Comme application immédiate, l'auteur envisage l'enlèvement de l'hydrogène sulfuré du gaz d'éclairage, et l'acide sulfurique formé pourrait servir à la fabrication du sulfate d'ammoniaque.

Une méthode récente pour enlever les composés sulfurés du gaz d'éclairage, due à Clowes, consiste encore à faire passer le gaz, à 230°, sur des briques réfractaires imprégnées de nickel réduit. A son contact, le sulfure de carbone et l'hydrogène se transforment en charbon et hydrogène sulfuré. Ce dernier, dirigé sur de l'oxyde de fer, est enlevé, le charbon déposé sur les briques est oxydé et la surface du nickel se trouve disponible pour une autre purification. Grâce à cette méthode, qui a été adoptée dans certaines usines municipales anglaises, la teneur en soufre serait réduite à $^1/_2$ gramme par 100 pieds cubes de gaz.

En ce qui concerne l'étude des peroxydes, nous trouvons une préparation d'eau oxygénée très stable et concentrée, par la méthode classique de décomposition du bioxyde de baryum par l'acide phosphorique sirupeux. Les meilleures conditions pour l'obtenir consistent à mélanger 30 litres d'acide de densité 1,7 avec 60 litres d'eau, et à ajouter peu à peu, en remuant, 75 kg de bioxyde de baryum à 87 °/₀ en ne dépassant pas une température de 50-70°. Le phosphate de baryum cristallise ; il est séparé par filtration de l'eau oxygénée, qui titre 16 °/₀ de H^2O^2.

On sait l'action oxydante qu'exercent l'eau oxygénée ou ses sels les peroxydes. Le bioxyde de sodium permet d'arriver à une oxydation aisée de certains gaz ; Zenghelis a trouvé que leur action sur Na^2O^2 est généralement beaucoup plus vive qu'on ne l'avait constaté jusqu'ici.

L'oxyde de carbone attaque vivement le peroxyde de sodium ; la température de la réaction s'élève peu à peu, et il se forme du carbonate de sodium :

$$Na^2O^2 + CO = CO^3Na^2.$$

L'anhydride carbonique agit très fortement ; la température s'élève considérablement et il y a dégagement d'oxygène :

$$Na^2O^2 + CO^2 = CO^3Na^2 + O.$$

Cet oxygène brûle vivement les substances oxydables mêlées avec le peroxyde alcalin : fer, aluminium, magnésium, corps organiques. Or, si l'on compare les effets thermiques des deux réactions précédentes, on constate que le premier, qui dégage 123.330 calories, est grandement supérieur au second, qui n'en dégage que 55.225. On aurait dû avoir dans ce second cas une réaction moins vive, tandis que c'est le contraire qui arrive. Il est probable que la réaction dans le second cas s'accomplit en deux phases simultanées : il y aurait d'abord formation d'un percarbonate de soude, qui se décomposerait ensuite dans la seconde phase :

$$2CO^2 + Na^2O^2 = C^2O^6Na^2;$$
$$C^2O^6Na^2 = CO^3Na^2 + CO^2 + O.$$

L'effet thermique reste le même, mais la formation de ce corps intermédiaire, endothermique, qui se décompose aussitôt formé, entraîne une réaction rapide et plus vive.

L'hydrogène sulfuré produit également une réaction très vive au contact de Na^2O^2. La température s'élève beaucoup et le peroxyde devient incandescent et fond. Si la réaction est effectuée dans un tube en porcelaine, celui-ci est fortement endommagé. En présence d'air, l'hydrogène sulfuré s'allume ; il se forme de l'eau qui attaque à son tour le peroxyde et la réaction devient très compliquée.

Si cette oxydation de CO au contact d'un peroxyde paraît tout à fait naturelle, il n'en est pas de même de celle qui est réalisée à la température ordinaire en présence de cuivre. Hofmann a montré que ce gaz réagit sur l'oxyde de cuivre en présence d'une solution aqueuse d'alcali, et se transforme lentement en CO^2, absorbé par l'alcali. L'addition, au mélange oxyde de cuivre-alcali, de traces de métaux du groupe du platine, et spécialement d'iridium, accroît considérablement la vitesse d'oxydation. On comprend que, dans cette réaction, le carbonyle réduise l'oxyde de cuivre peu à peu. Mais si on effectue l'oxydation par l'oxygène de l'air, au contact du cuivre métallique mélangé par agitation avec une solution alcaline, l'oxyde de carbone est oxydé à froid 2 ou 3 fois plus vite que lorsqu'il est en contact avec l'oxyde de cuivre, à surface de contact égale. Il est vraisemblable que, dans cette opération, le métal est converti en oxyde, Cu^2O^3 ou CuO^2, qui constitue l'agent oxydant réel. Et ici l'addition d'une trace d'iridium au cuivre ne change pas le pouvoir oxydant comme tout à l'heure, mais elle accroît la capacité d'absorption de la surface pour CO. On emploie comme alcali une solution de potasse à 15 %.

Si l'oxydation de CO en milieu alcalin est aisément réalisée en présence de cuivre, qui paraît jouer là un rôle de catalyseur, de support d'oxygène, on sait au contraire que l'hydrogénation de ce gaz au contact du nickel est assez délicate et qu'elle ne se produit pas avec un nickel impur. Dès lors, toutes les fois que les gaz réagissant contiendront des substances toxiques pour le métal (chlore, soufre, phosphore, etc.), l'hydrogénation sera arrêtée. La Badische a pensé améliorer la réaction, et retarder l'empoisonnement du nickel, en lui ajoutant certains oxydes des métaux terreux, contenant des terres rares, ou du glucinium, ou du magnésium. Un mélange intime de ce catalyseur avec l'oxyde peut être obtenu en précipitant simultanément les hydrates, oxydes ou carbonates, d'une solution d'un mélange de sels, et chauffant ensuite le mélange des précipités, que l'on réduit à température aussi basse que possible par de l'hydrogène pur ou tout autre agent convenable. L'activité catalytique du nickel, celle du cobalt et du fer sont particulièrement exaltées. L'oxyde de carbone est ainsi facilement transformé en méthane. On peut utiliser également, d'après un second brevet, des oxydes difficilement réductibles à haut point de fusion, particulièrement ceux de titane, d'uranium, de manganèse, de vanadium, de tantale, mélangés au métal catalyseur.

En dehors de la transformation de l'oxyde de carbone en méthane, ces catalyseurs mixtes conviendraient parfaitement pour l'hydrogénation de molécules organiques diverses, et particulièrement pour la transformation des huiles en corps gras solides.

On sait que, lorsqu'on dirige des vapeurs de soufre en excès, avec de l'oxyde de carbone, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, il se forme de l'oxysulfure de carbone COS, en petite quantité. Than l'a obtenu en faisant réagir à 0° du sulfocyanate de potassium sur l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau. Le gaz est recueilli sur du mercure; il serait soluble dans son volume d'eau, qui prend une saveur sucrée, puis sulfureuse. Stock et Kuss l'ont obtenu par action de HCl sur le thiocarbonate d'ammonium :

$$CO\left\langle\begin{matrix} SNH^4 \\ NH^2 \end{matrix}\right. + 2HCl = 2NH^4Cl + COS.$$

Afin de le purifier, il est dirigé à travers une solution de soude à 33 %, pour absorber CO^2 et H^2S qui prennent naissance en même temps. Après dessiccation à l'aide de chlorure de calcium et d'anhydride phosphorique, il est condensé au moyen d'air liquide et finalement fractionné. A l'état pur, c'est un gaz inodore, qui ne donne pas de précipité avec la baryte, ou le sulfate de cuivre en dissolution. Il est lentement décomposé par l'eau, mais il peut être conservé permanent à la lumière solaire.

Il fond à — 138°2 et bout à — 50° sous 760 mm. Une partie d'eau en dissout 0 volume 54 à 20°; il est plus soluble dans l'alcool qui en dissout 8 vol. et dans le toluène qui en dissout 15 fois son volume. Il est lentement et régulièrement absorbé par une solution à 8 % de soude.

*

La bromuration directe du silico-méthane, SiH^4, n'a jamais pu être réalisée, en raison de la réaction violente qu'exerce le brome sur cet hydrure. Et l'on ne connaît pas les étapes intermédiaires, SiH^3Br, SiH^2Br^2, comme pour le méthane. On obtient toujours du premier coup le tétrabromure de silicium, $SiBr^4$. Seul le silicobromoforme, $SiHBr^3$, a été obtenu en dirigeant des vapeurs d'HBr sur du silicium chauffé au rouge. Cependant la série des dérivés chlorés du silicométhane existe complète et, en outre des dérivés tri et tétrachlorés, préparés de la même manière que les dérivés bromés (action du chlore et HCl sur le silicium), on a préparé le monochlorosilicométhane, SiH^3Cl, et le composé dichloré substitué SiH^2Cl^2, par action de HCl sur le silicium chauffé à 300-400°. Ces dérivés

présentent une différence constante dans leurs points d'ébullition :

SiH^3Cl	bout à —	10°
SiH^2Cl^2	—	12°
$SiHCl^3$	—	35°
$SiCl^4$	—	58

Stock et Someski ont pu établir la liste complète des dérivés bromés correspondants, en préparant le mono et le dibromosilicométhane inconnus. En faisant réagir le brome sur un excès de silicométhane, à une température de — 80° à — 70°, on obtient à la fois les deux composés, que l'on sépare par une distillation fractionnée. La technique de l'opération consiste à déposer sur les bords d'un large vase du brome solide, et à diriger sur lui un excès de gaz.

Le *silicométhane monobromé*, SiH^3Br, est un gaz incolore, possédant une odeur âcre, de densité 1,533, qui bout à 1°,9, et fond à — 94°. Il peut être conservé sur le mercure pendant quelque temps, sans se décomposer. Mais, lorsqu'on l'expose à l'air, il détone en donnant de l'acide silicique et du silicium brun. Il réagit avec l'eau froide, selon l'équation :

$$2\,SiH^3Br + H^2O = 2HBr + (SiH^3)^2O;$$

c'est l'oxyde de silicométhyle, analogue à l'oxyde de méthyle $(CH^3)^2O$.

En présence d'une solution de soude à 30 °/₀, le bromosilicométhane se décompose en dégageant son hydrogène et il se forme du silicate de soude :

$$SiH^3Br + 3NaOH = SiO^3Na^2 + NaBr + 3H^2.$$

En mesurant le volume d'hydrogène produit dans cette réaction, on peut faire l'analyse du dérivé monobromé de SiH^4.

Le *dibromosilicométhane*, SiH^2Br^2, est un liquide incolore mobile, très réfringent, de densité 2,17, bouillant à 66°, et dont le point de fusion est de — 70°. Il peut être conservé longtemps dans un vase fermé; mais à l'air il s'enflamme. Il est très sensible à l'action de l'humidité; il se décompose en HBr et un solide de formule $(SiH^2O)^n$, formule tout à fait analogue, à la valeur de n près, à celle du trioxyméthylène $(CH^2O)^3$. Au contact des alcalis, il se décompose en libérant son hydrogène :

$$SiH^2Br^2 + 4NaOH = SiO^3Na^2 + 2NaBr + 2H^2 + H^2O.$$

Quant à l'oxyde de silicométhyle $(SiH^3)^2O$, provenant de la décomposition par l'eau du bromosilicométhane, c'est un gaz incolore, qui ne s'enflamme pas spontanément, mais brûle avec une flamme brillante en laissant déposer du silicium. Il bout à —15°2, et fond à —144°. Ses constantes sont à peu près celles du silicoéthane, Si^2H^6 (fusion — 132°,5; ébullition — 15°). Il n'est pas soluble dans l'eau d'une manière appréciable. Mélangé avec l'oxygène il explose, ou s'enflamme en donnant de la silice et de l'eau :

$$(SiH^3)^2O + 3O^2 = 2SiO^2 + 3H^2O.$$

Ce sont là des propriétés parallèles à celles du premier éther-oxyde, l'oxyde de méthyle, et c'est la première fois que l'on trouve un composé de cette nature dans la série organique du silicium. Comme l'oxyde de méthyle, il se laisse chlorer facilement; mais ici la substitution de l'hydrogène par le chlore atteint toute la molécule, et à la température de — 125° il se forme exclusivement le dérivé hexachloré :

$$(SiH^3)^2O + 6Cl^2 = 6HCl + (SiCl^3)^2O.$$

C'est un corps liquide qui bout à 137° et se solidifie par refroidissement en cristaux fondant à — 33°.

Il est assez instable et il se décompose en silice et chlorure de silicium :

$$4(SiCl^3)^2O = 2SiO^2 + 6SiCl^4.$$

Il existe une différence essentielle avec l'oxyde de méthyle : celui-ci est stable en présence des alcalis, tandis que l'oxyde de silicométhyle se décompose au contact de soude diluée à 30 °/₀ :

$$(SiH^3)^2O + H^2O + 4NaOH = 2SiO^3Na^2 + 6H^2.$$

On voit que peu à peu la chimie du silicium s'enrichit de corps nouveaux, identiques à ceux de la chimie du carbone.

Si nous comparons les différents points d'ébullition des quatre dérivés bromés connus actuellement :

SiH^3Br	1°,9
SiH^2Br^2	66°
$SiHBr^3$	111°
$SiBr^4$	147°

nous ne trouvons pas une différence régulière comme dans le cas des dérivés chlorés, au moins pour les deux premiers termes. Pour les derniers, au contraire, l'écart est peu sensible; nous trouvons en effet 35 degrés de différence entre le second et le troisième, et 37 entre les deux derniers.

***

Dans le chapitre des métaux, nous devons enregistrer un nouvel élément, le *wilsonium*, qui a été trouvé dans les sables monazités des Etats-Unis, en particulier dans ceux du Montana. Contrairement aux métaux des terres rares, qui sont trivalents — mais qui présentent quelquefois des valences inférieures — il est monovalent. Sa masse atomique est 204,6. Ce métal est brun grisâtre, avec un éclat métallique un peu sombre. Ses différents sels sont blancs et transparents. Il possède, quoique à un degré bien moindre, les propriétés radioactives de l'uranium et du radium, et comme eux il émet constamment de l'hélium, même à la température

ordinaire. Il impressionne les plaques photographiques. A la manière des métaux des terres rares, il possède la propriété de s'unir à haute température à l'azote, à l'oxygène et à l'hydrogène, pour donner des azoture, oxyde et hydrure.

A la liste des métaux-carbonyles dont nous avons parlé dans les revues précédentes, il faut ajouter encore le *ruthénium-carbonyle*, qui a été obtenu au Laboratoire de Mond, en chauffant du ruthénium en poudre très fine dans une atmosphère d'oxyde de carbone à une température de 300°, et sous la haute pression de 400 atmosphères. Il est soluble dans l'alcool, ce qui permet de l'extraire du milieu où il a été produit et en particulier de le séparer du ruthénium non transformé. Tandis que les autres métaux-carbonyles pouvaient être séparés facilement par simple distillation en raison de leur volatilité, le ruthénium-carbonyle ne peut être séparé que par l'intermédiaire de l'alcool, car il n'est pas volatil.

On sait que l'emploi des métaux-carbonyles a reçu un commencement d'application industrielle; en particulier, l'utilisation du nickel-carbonyle, $Ni(CO)^4$, dans l'extraction du nickel, a permis d'effectuer le traitement des minerais nickelifères pauvres du Canada. Lessing a eu également l'idée d'employer le nickel-carbonyle, avec de l'hydrogène, pour la transformation des huiles en corps gras solides. En dirigeant dans une huile chauffée à 170°-180° un courant de nickel-carbonyle, celui-ci se décompose au sein de l'huile agitée en Ni métallique et CO. Or ce nickel se trouverait dans l'huile à un état de division extrême, et les particules infiniment petites de ce métal contribueraient à activer fortement l'hydrogénation. Mais ce qui paraît le plus curieux dans cette réaction, c'est que Maxted a signalé que la présence dans l'hydrogène d'une proportion d'oxyde de carbone voisine de 6 à 8 % fait perdre au nickel la faculté d'hydrogéner des composés organiques et en particulier les huiles. Et Lessing pense que cet arrêt de l'hydrogénation serait dû à la décomposition bien connue de l'oxyde de carbone au contact du nickel, qui donnerait du charbon :

$$2CO = CO^2 + C,$$

lequel charbon boucherait les pores du métal. Au contraire, cette action n'a pas lieu lorsqu'on emploie le nickel-carbonyle mélangé d'hydrogène. Et une huile aurait été solidifiée, même quand la teneur en nickel-carbonyle correspondrait à 50 % d'oxyde de carbone.

Un grand nombre d'oxydes métalliques réfractaires n'ont jamais été réduits à l'aide d'hydrogène. On sait que seules les méthodes aluminothermique, ou électrique, ont permis de préparer ces métaux soit à l'état pur, soit à l'état de fontes. Newbery et Pring ont essayé de les réduire en les chauffant au contact d'hydrogène à une température de 2.000° environ et sous une pression de 150 atmosphères, dans un appareil spécial consistant en un creuset de magnésie chauffé par un courant passant à travers une spire de tungstène. La vapeur d'eau produite dans la réaction était absorbée par du sodium métallique.

Dans ces conditions, l'oxyde de chrome, Cr^2O^3, et le bioxyde de manganèse, MnO^2, sont réduits en métaux correspondants. Et les deux métaux ainsi obtenus sont vraisemblablement plus purs que les métaux obtenus par les méthodes que l'on avait utilisées jusqu'ici. Leur point d'ébullition est de 1.230° pour le manganèse, à 5° près, et de 1.615° pour le chrome, avec une erreur possible de ± 15°.

Les autres oxydes réfractaires examinés n'ont pas conduit au métal; la réduction s'est arrêtée à un oxyde inférieur. Ainsi, l'oxyde de vanadium, V^2O^5, les oxydes de molybdène, M^2O^5, et de titane, TiO^2, ne donnent que les monoxydes correspondants, VO, MO, TiO. L'oxyde d'uranium, U^3O^8, conduit à l'uranyle UO^2, et le bioxyde de cérium, au sesquioxyde Ce^2O^3.

Quant à l'alumine, la magnésie, la zircone, la thorine, ces oxydes ne sont pas réduits dans les conditions de l'expérience.

Nous signalerons, pour terminer, qu'au moment où le platine est de plus en plus rare et cher, il est possible dans beaucoup de cas de le remplacer par un autre métal de densité très élevée, 16,6, le tantale. Il faut cependant remarquer de suite que ce métal n'est pas inoxydable comme le platine aux températures élevées, ce qui en limite l'emploi. Mais, à des températures inférieures à 200°, il n'est pas attaqué par l'oxygène. Il ne commence à s'oxyder réellement à l'air qu'au rouge sombre ; puis, à une température plus élevée, il brûle en donnant de l'oxyde de tantale. Il s'ensuit qu'il ne sera pas possible de faire des creusets ou des capsules de tantale pour être utilisés à cette température. Mais comme le tantale n'est attaqué, ni par les alcalis, ni par les acides, à l'exception de l'acide fluorhydrique, ni même par l'eau régale, son emploi pourra se généraliser à condition de se maintenir au-dessous du rouge sombre.

Par contre, les électrodes de tantale peuvent en toute circonstance remplacer celles de platine, si l'on prend la précaution de recouvrir l'anode d'un faible dépôt électrolytique de platine.

A. Mailhe.
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Castelnuovo (Guido), *Professeur à l'Université de Rome.* — **Calcolo delle Probabilita.** — *1 vol. in-8° de XXIII-373 p. (Prix : 20 lire). Société éditrice Dante Alighiéri, Milan, Rome, Naples,* 1919.

Le rôle joué par la théorie des probabilités dans les sciences de la nature est d'une importance toujours croissante. Cependant il y a bien des points, dans la théorie et dans les applications, qui sont loin d'être acceptés sans difficulté par tous. Problèmes dont l'énoncé manque de précision, solutions dont l'enchaînement logique manque de rigueur, sont la cause de scrupules légitimes ou l'objet de reproches sarcastiques. Ainsi s'opposent avec force les deux tendances distinctes qui s'affirment le plus nettement dans les ouvrages scientifiques modernes : tendance abstraite et formelle, tendance concrète et utilitaire.

Dans l'ouvrage de M. Castelnuovo, ces deux tendances ne s'affirment que pour se compléter : Si la théorie des probabilités est chaque jour plus indispensable au progrès des sciences physiques, son application sera d'autant plus féconde que la logique de ses déductions sera plus parfaite. C'est ce que l'auteur met en lumière dans une importante et intéressante préface, qui reproduit les points essentiels de deux articles publiés dans la revue *Scientia.*

Le souci de la rigueur en même temps que celui des applications dominent en effet l'ouvrage tout entier. Les questions les plus importantes au point de vue philosophique, comme celle de la loi empirique du hasard, les questions les plus modernes au point de vue des applications, comme celle de la théorie cinétique des gaz, y sont examinées sous leurs divers aspects.

Les quatre premiers chapitres contiennent, sous la forme la plus élémentaire, les parties essentielles : probabilités totales et composées, espérance mathématique, problème des épreuves répétées. Le théorème de Bernouilli y est démontré d'abord sans le secours de la formule de Stirling, au moyen du théorème élémentaire de Bienaimé-Tchebytchef.

Quelques exemples sont empruntés à la théorie des jeux de hasard, qui fut tout d'abord le domaine le plus important des applications du calcul des probabilités.

Mais la théorie moderne des probabilités a un objet plus élevé : c'est l'étude des variables qui dépendent du hasard. C'est ce point de vue qui est adopté dans les trois chapitres suivants, consacrés aux formules d'approximation, à la loi empirique du hasard, à la loi normale de probabilité.

L'auteur met en lumière d'une manière très nette la pétition de principes qui consisterait à croire que le théorème de Bernouilli établit la loi du hasard. Il introduit non moins nettement la notion de certitude pratique à laquelle celle-ci peut conduire dans certains cas. Une part importante est faite à l'étude de la loi de probabilité des valeurs d'une quantité X somme d'un grand nombre de variables. C'est Laplace, que la question semble avoir préoccupé pendant plus de trente ans, qui a eu l'intuition géniale que cette loi, en raison des nombreuses irrégularités provenant des variations individuelles, devait être la loi exponentielle aujourd'hui bien connue. Mais sa démonstration n'est pas exempte de critiques : et c'est à l'école de Tchebytchef que revient le mérite d'avoir établi rigoureusement le résultat, moyennant des hypothèses restrictives, à la vérité très larges, sur les variations des quantités élémentaires. M. Castelnuovo fait aux traités français sur le calcul des probabilités le reproche d'avoir méconnu Tchebytchef, et il estime réparer une grave lacune en faisant connaître la rigueur toute nouvelle obtenue par l'école russe dans l'exposé de certaines questions importantes.

Les chapitres VIII et IX traitent respectivement des probabilités continues et des probabilités des causes. Les questions sont traitées avec beaucoup de mesure et l'auteur ne veut pas suivre certains successeurs de Laplace sur le terrain des abus qui ont attiré au calcul des probabilités tant de critiques.

Les quatre derniers chapitres sont consacrés aux applications : étude des résultats statistiques, loi des erreurs d'observation, méthode des moindres carrés, théorie cinétique des gaz.

Les séries statistiques sont étudiées d'après la théorie des coefficients de dispersion de Lexis. La théorie des erreurs d'observation pose deux questions distinctes, qui font l'objet de deux chapitres successifs : la première, d'ordre essentiellement théorique, est la critique de la loi de Gauss ; la deuxième, de nature purement technique, est l'étude des procédés spéciaux d'exploitation des séries de mesures physiques. Le dernier chapitre est consacré à la théorie cinétique des gaz ; la loi de Maxwell en est, comme c'est justice, le plus important sujet : la représentation de la Mécanique statistique par l'extension en phase, la partie purement dynamique de la théorie avec le théorème de Liouville, viennent à l'appui des diverses justifications de la loi de Maxwell. Les derniers paragraphes sont consacrés à la représentation géométrique de M. Borel.

Quatre notes, d'un caractère mathématique, ont été mises en appendice pour ne pas alourdir l'ensemble de l'exposition : les deux plus importantes traitent de la formule de Stirling et des travaux de Tchebytchef.

R. Deltheil,
Agrégé-Préparateur à l'Ecole Normale Supérieure.

Camichel (Ch.), *Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut Electrotechnique de Toulouse,* **Eydoux** (D.), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Institut Electrotechnique,* et **Gariel** (Maur.), *Directeur général des Ateliers Neyret-Beylier, Piccard-Pictet.* — **Etude théorique et expérimentale des coups de bélier** *(publiée sous les auspices de la Société hydrotechnique de France). — 1 vol. in-4° de 400 p. avec 205 fig. Editeurs : Ed. Privat, à Toulouse ; H. Dunod et E. Pinat, à Paris,* 1919.

Les recherches de M. Camichel et de ses collaborateurs sur les coups de bélier, faites à l'Institut Electrotechnique de Toulouse et à l'Usine hydro-électrique de Soulom, sont bien connues de nos lecteurs ; les principaux résultats en ont été exposés ici-même par MM. Camichel et Eydoux [1].

Dans le présent ouvrage, les auteurs décrivent en détail les méthodes qu'ils ont employées tant au laboratoire qu'à l'usine, les expériences qu'ils ont effectuées, les considérations théoriques auxquelles elles donnent lieu, enfin les lois générales qui s'en dégagent.

Ce travail n'a pas la prétention d'épuiser la question, quelques problèmes, comme celui des oscillations en masse, réservoirs d'air et cheminées d'équilibre, ayant été laissés de côté. Cependant, tel qu'il est, il constitue la plus importante publication qui ait paru sur le sujet, et il se recommande par là à tous les ingénieurs qui ont à s'occuper de conduites d'eau sous pression.

C. M.

1. C. Camichel et D. Eydoux : Les coups de bélier dans les conduites forcées. *Rev. gén. des Sciences* des 31 octobre et 15 novembre 1917.

2° Sciences physiques

Weyl (Th.). — **Les Méthodes de la Chimie organique.** Traité concernant les méthodes de laboratoire. *Traduit par* M. R. Cornubert, *Préparateur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de Paris. Tomes II et III (Deuxième Partie :* **Monographies**). — *2 vol. gr. in-8° de 1.067 p. avec nombreuses figures (Prix : 30 et 42 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris,* 1914-1919.

En présentant aux lecteurs de la *Revue* le tome I de cet ouvrage[1], nous en avons exposé le but général : rassembler les nombreuses méthodes de synthèse aujourd'hui en usage en Chimie organique, en les groupant par catégories dont chacune fait l'objet d'un chapitre écrit par un spécialiste rompu aux difficultés expérimentales et tout spécialement compétent en la matière.

Le premier volume était consacré à l'ensemble des appareils nécessaires aux préparations organiques et aux méthodes et instruments de mesure qui permettent de déterminer les formules et constantes des corps préparés.

Dans le tome II, les auteurs ont fait l'exposé des principales méthodes en usage dans les laboratoires ou à l'usine pour la préparation des corps : méthodes d'oxydation et de réduction, de polymérisation et de dépolymérisation, de condensation, de catalyse, de dédoublement des corps racémiques en leurs constituants actifs; pour chacun des procédés envisagés, il est indiqué une ou plusieurs applications, et, à la fin de chaque chapitre, un tableau résume les méthodes énumérées et les principaux cas où il convient de les employer. — Dans ce volume, on trouvera encore des chapitres sur la préparation et l'emploi des enzymes les plus importants, sur la préparation des peroxydes et des ozonides.

Le tome III, enfin, est consacré aux différentes fonctions organiques et aux méthodes qui conduisent à l'introduction de ces fonctions dans une molécule donnée. Sont successivement passés en revue les groupes hydroxyle, alcoxyle, aldéhyde, cétone, carboxyle, sulfonique, sulfurés, cyanés, halogénés, l'introduction d'une liaison double ou triple, et les composés organométalliques. Comme précédemment, chaque méthode est illustrée par un ou plusieurs exemples, et chaque chapitre se termine par un tableau récapitulatif.

D'innombrables références bibliographiques permettent au lecteur de se reporter, le cas échéant, aux mémoires originaux pour de plus amples détails.

L'ensemble de l'ouvrage constitue un véritable monument élevé aux méthodes de synthèse organique et qui rendra les plus précieux services dans les laboratoires.

Louis Brunet.

Martel (L.), *Ingénieur civil des Mines, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Ecole des Maîtres-Mineurs d'Alais.* — **Les Explosifs dans les Mines** (Etude pratique de leur emploi et de leur réglementation). — *1 vol. in-8° de VIII-183 p. avec 52 fig. (Prix : 12 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris,* 1919.

L'ouvrage de M. Martel est un exposé très complet de toutes les questions concernant l'emploi des explosifs dans les mines.

L'auteur étudie d'abord les propriétés générales des explosifs; il passe ensuite en revue les différents types d'explosifs de mine et il en indique les propriétés particulières, puis il expose la réglementation des mines grisouteuses et poussiéreuses. Le tirage des mines fait l'objet d'un chapitre spécial dans lequel est décrit le matériel employé. Un dernier chapitre traite du transport et de la conservation des explosifs, et l'ouvrage est complété par des notions élémentaires sur la fabrication des explosifs de mines et quelques textes de la législation des explosifs.

Cet ouvrage, destiné à faire l'éducation des maîtres mineurs, sera lu avec fruit par tous les exploitants de mines qui y trouveront, parmi des détails qui leur sont familiers, une foule de renseignements utiles. Nous signalerons en particulier que les décrets et arrêtés parus pendant la guerre, et qui ont pu passer inaperçus, sont mentionnés et analysés. On y trouvera surtout les résultats si importants obtenus en France, tant sur la théorie des explosifs que sur leur emploi dans les mines; les ouvrages similaires renvoient généralement le lecteur aux travaux étrangers, paraissant ainsi ignorer que notre pays a toujours été à l'avant-garde pour l'étude de ces questions.

M. Martel, qui est professeur d'Exploitation des Mines à l'Ecole des maîtres mineurs d'Alais, a été mobilisé pendant la guerre à la Poudrerie de Vonges. Il était donc tout particulièrement désigné pour écrire un ouvrage contenant à la fois des notions sur la théorie des explosifs et leur fabrication et des indications sur leur emploi.

Nous signalerons seulement que les développements concernant l'emploi des explosifs dits « brisants » pourraient prêter à discussion. En outre, à la page 9, les expressions employées pourraient faire croire que le terme « densité limite » s'applique à la densité de chargement en trou de mine et non à la densité d'encartouchage. Ce sont là des détails qui ne diminuent pas la valeur de l'ensemble de l'ouvrage.

Dr Varine,
Ingénieur Principal Militaire
des Poudres.

Perkin (A. G.), *Professeur de Chimie des colorants et de Teinture à l'Université de Leeds,* et **Everest** (A. E.), *D. Sc., des Laboratoires de recherches Wilton.* — **The natural organic colouring Matters.** — *1 vol. in-8° de 655 pages, de la Collection des* Monographs on industrial Chemistry *(Prix cart. : 28 sh.). Longmans, Green and Co, éditeurs, Londres,* 1918.

Nos connaissances sur les colorants d'origine végétale et animale sont actuellement très étendues. La constitution chimique de presque tous les colorants naturels employés est établie, la plupart d'entre eux ont été reproduits par synthèse. L'important ouvrage de MM. Perkin et Everest classe tous les documents actuellement acquis. La compétence de M. Perkin est universellement connue, et nous sommes heureux qu'un tel spécialiste ait bien voulu faire une mise au point de cette intéressante question.

Les auteurs étudient successivement chaque produit naturel en indiquant son origine botanique et géographique et son histoire. Ils passent ensuite à la constitution chimique et aux synthèses de ses constituants s'il y a lieu, puis ils abordent les propriétés tinctoriales.

Après un historique assez court, nous arrivons au groupe important de l'anthraquinone, qui contient un très grand nombre de colorants naturels. L'étude de la racine de garance est particulièrement importante. Cette racine sèche contient un peu plus de 1 % de colorant, constitué surtout par l'alizarine (1 : 2-dioxyanthraquinone) et la purpurine (1 : 2 : 4-trioxyanthraquinone), dont la production artificielle constitue aujourd'hui une si importante industrie. Moins important que la garance est le « chaya » de l'Inde (*Oldenlandia umbellata*), qui, comme l'alizarine, donne des teintes variées suivant les mordants, en particulier les beaux rouges de l'Inde. Elle contient à côté de la purpurine de la xanthopurpurine (dioxy- 1 : 3-anthraquinone), d'où sa valeur moindre que celle de la garance. Le « munjeet » provient de plusieurs espèces de *Rubia* de l'Inde; il contient de la purpurine et de la munjeestine (acide dioxy-quinone-carbonique-2). Parmi les autres Rubiacées qui contiennent des colorants de ce groupe, nous avons retenu les *Morinda*, qui servent en particulier à la teinture des fameux batiks de Java. Un certain nombre de *Gallium* très connus dans nos pays (*G. verum* et *G. mollugo*) ont aussi des propriétés

1. *Rev. gén. des Sc.* du 30 juillet 1914, t. XXV, p. 689.

tinctoriales. Les matières colorantes et pharmaceutiques de la rhubarbe (hémodine et acide chrysophanique), de l'aloès et du senné appartiennent aussi à ce groupe. Les colorants anthracéniques ont aussi des représentants dans le règne animal. Les rouges de cochenille sur mordants d'alumine et d'étain sont très estimés. Le kermès et le colorant de la laque sont analogues.

Le groupe de la benzophénone est représenté par la maclurine du bois jaune de *Maclura aurantiaca* de l'Amérique du Nord, et la gentiséine de la racine de gentiane.

Un très grand nombre de matières colorantes naturelles renferment dans leurs molécules un noyau hétérocyclique oxygéné. Nous allons passer en revue un certain nombre de groupes qui contiennent de tels noyaux.

L'euxanthone est le principe du jaune indien, que l'on extrait de l'urine des vaches nourries de feuilles de manguiers. Il sert exclusivement en peinture.

Kostanecki s'illustra entre 1898 et 1906 par la synthèse des colorants jaunes naturels de la série de la flavone et du flavonol. La chrysine ou dioxyflavone des bourgeons de peupliers n'est pas encore à proprement parler un colorant, mais la lutéoline (tétraoxyflavone) de la gaude en est un. Ce fut le premier colorant de cette classe dont on fit la synthèse. Plus importants que les colorants de la flavone simple, sont ceux du flavonol qui possède un oxhydryle à la place de l'hydrogène du noyau pyronique. Quatre colorants de ce groupe sont particulièrement employés. Ce sont la fisétine du fustet ou sumac des teinturiers (*Rhus cotinus*), la morine du bois jaune (*Chlorophora tinctoria*), la quercétine du quercitron (*Quercus tinctoria*) et la rhamnétine des graines de Perse.

Les anthocyanes ou colorants des fleurs (rouges ou bleues) appartiennent à un groupe voisin du précédent. Les auteurs leur consacrent 110 pages de leur ouvrage, dans lesquelles sont exposés les récents travaux de Willstætter[1].

Au groupe du dihydropyrane appartiennent les colorants des bois du Brésil et de Campêche. La brésiléine est le principe actif du bois rouge du Brésil. Elle ne donne pas de teintures bien solides. Par contre, l'hématoxyline du bois de Campêche donne des teintures remarquables et à très bon marché. On s'en passerait difficilement, surtout pour teindre la soie en noir. Grâce aux travaux de Kostanecki et Perkin, on connaît d'une façon presque certaine la constitution de ces colorants.

Les deux chapitres suivants sont consacrés à l'étude des tannins et des cachous, qui sont aussi très importants en teinture. La constitution de ces corps est actuellement bien connue.

Les colorants à noyaux azotés sont beaucoup moins nombreux. Ils sont représentés dans le groupe de l'isoquinoléine par la berbérine, colorant jaune de l'épine-vinette, qui est le seul colorant basique naturel. Nous ne ferons que mentionner l'indigo, bien connu. Le 6 : 6'-dibromoindigo constitue la pourpre des Anciens. Ce colorant célèbre fut reproduit synthétiquement par Friedlænder. Si réputé autrefois, il serait invendable aujourd'hui, vu son peu d'éclat.

Un très important chapitre est consacré aux colorants des lichens (orseille et tournesol). Il contient en particulier une liste de plus de quatre-vingts espèces de lichens, indiquant les produits chimiques qu'on en a isolés.

L'ouvrage se termine par les colorants de constitution inconnue, parmi lesquels nous citerons le bois de santal, le cartame et l'orcanette, d'ailleurs aujourd'hui assez peu importants, et par quelques pages sur les laques d'origine végétale.

JH. MARTINET,
Docteur ès Sciences physiques.

1. Voir BEAUVERIE : *Rev. gén. des Sc.* (1918), page 611.

3° Sciences naturelles

Ward (H. B.), *Professeur de Zoologie à l'Université de l'Illinois*, et **Whipple** (G. C.), *Professeur de Génie Sanitaire à l'Université de Harvard.* — **Freshwater Biology.** — *1 vol. in-8°, de XI-1.111 p. avec 1.547 fig. (Prix : 6 doll. ou 28 sh.). Editeurs : J. Wiley and Sons, New-York; Chapman and Hall, Londres*, 1918.

Cet ouvrage, écrit sous la direction des deux auteurs principaux par une série de spécialistes, a pour but de mettre les débutants et les amateurs à même de récolter, étudier et déterminer les organismes d'eau douce qu'ils rencontrent autour d'eux. Comme tel, il est appelé à rendre aux Etats-Unis les plus grands services à ces catégories de chercheurs, et même à des savants déjà spécialisés. La faune de notre pays (qui ne possède, à l'inverse de ses voisins, aucun ouvrage sérieux de ce genre) est trop différente de celle de l'Amérique du Nord, sauf pour les groupes tout à fait inférieurs, pour qu'il puisse y être utilisé de la même façon. On le lira néanmoins en France avec le plus grand profit.

Les chapitres généraux comprennent l'*Introduction*, par H. B. Ward, qui donne la classification générale des collections d'eau et de leurs habitants, et les *Conditions d'existence* par V. E. Shelford (plus un chapitre de technique). Ce dernier est fort intéressant par le résumé des récents travaux de l'auteur sur la bionomie et de ses nouvelles classifications écologiques encore peu connues en Europe. On peut lui reprocher de faire, comme la plupart des ouvrages sur les eaux douces, une place trop prépondérante aux lacs par rapport aux petites collections et aux eaux courantes. Un résumé des récents travaux parus en Allemagne et en Suisse sur la faune des sources et des torrents n'aurait pas été inutile pour compléter ce qui en est dit.

Critique plus importante : les phénomènes généraux qui se présentent dans la plupart des groupes d'eau douce en rapport avec les conditions de ce milieu : enkystement et formes de résistance, alternance de reproduction asexuée ou parthénogénétique avec la reproduction sexuée qui produit les œufs de durée, variation saisonnière des appendices liée à la viscosité de l'eau, déterminisme de tous ces cycles, ne sont exposés nulle part et pour ainsi dire pas mentionnés. Lacune inexcusable dans un ouvrage qui s'intitule « Biologie » et doit appeler l'attention sur les points intéressants à étudier. A défaut d'un exposé d'ensemble qu'auraient mérité ces questions, on s'attendait à les voir traitées à propos de certains groupes comme les Rotifères, d'autant plus que les travaux récents de Shull et de Whitney, qui ont éclairci la reproduction de l'Hydatine, ont été faits en Amérique. Mais précisément le chapitre des Rotifères est en retard de 20 ans à tous les points de vue sur l'état actuel de la science ! On lira par contre avec intérêt, comme monographie d'un groupe peu connu, l'article de N. A. Cobb sur les Nématodes libres.

Tous les chapitres systématiques sont rédigés pour la détermination sous forme de clefs dichotomiques, avec une illustration dont l'abondance est digne d'éloge. Pour la plupart des groupes, ces clefs s'arrêtent aux genres où aux espèces principales. Dans quelques-uns seulement on a compris toutes les espèces connues sur le territoire des Etats-Unis. On peut se demander si cela était bien utile, étant donné que ces formes sont certainement peu nombreuses par rapport à celles qui restent à trouver, comme le montrera une comparaison de ces chapitres (Rhabdocœles, Entomostracés) avec leurs correspondants de la *Süsswasserfauna Deutschlands*, qui concernent un territoire moins étendu, mais beaucoup plus exploré. Or pour les débutants un ouvrage de détermination complet en apparence seulement est dangereux, s'il est inutile pour le spécialiste : une espèce voisine d'une de celles qui sont décrites sera toujours confondue avec elle, une autre s'en écartant nettement considérée *a priori* comme nouvelle. La plupart des confusions qui rendent toute faunistique incertaine n'ont pas d'autre origine. Il est à mon sens nécessaire de séparer

nettement l'ouvrage de détermination, fournissant au travailleur à coup sûr, dans la mesure du possible pour les groupes qu'il concerne, le nom d'un être vivant (comme la *Süsswasserfauna Deutschlands* déjà citée), et l'ouvrage de semi-vulgarisation, permettant à l'étudiant de se rendre compte à peu près de ce qu'il trouve, seule ambition que puisse avoir une faune d'eau douce en un seul volume. Du moins les chapitres en question sont-ils intéressants pour le savant européen à titre d'inventaire des espèces nord-américaines à comparer à celles qu'il connaît.

D'autre part, les Végétaux autres que les Algues et les Vertébrés ont été totalement laissés de côté (sauf deux chapitres, fort bien faits d'ailleurs, sur leur physiologie respective), sous le prétexte qu'ils auraient exigé des volumes à eux seuls. Il semble qu'on aurait mieux répondu aux besoins du lecteur et assuré l'homogénéité de l'ouvrage en donnant sur eux aussi des notions systématiques sommaires, sauf à réduire les chapitres trop complets d'Invertébrés. Ces quelques critiques ne diminuent d'ailleurs pas la valeur du volume qui est considérable. Il mérite, je tiens à le répéter, de servir de modèle chez nous.

P. de Beauchamp,
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Dijon.

4° Sciences diverses

Carnegie Institution of Washington. Year Book n° 17 (1918). — *1 vol. in-8° de XVI-334 p. avec fig. et 1 carte en couleurs (Prix : 1 doll.). Carnegie Institution, Washington*, 1919.

Ce volume renferme une série de Rapports sur le fonctionnement de l'Institution Carnegie pendant l'année allant du 1er novembre 1917 au 31 octobre 1918.

Par suite de l'entrée en guerre des Etats-Unis, l'Institution avait placé les services de tous ses membres et associés et de ses laboratoires à la disposition complète du Gouvernement américain. Ces services ont été acceptés et utilisés pour des recherches très variées. Citons celles sur les verres d'optique, effectuées au Laboratoire de Géophysique, que 10 années d'études sur les propriétés des silicates avaient particulièrement bien préparé à cette tâche; grâce à elles, la production des verres d'optique s'est élevée de 1 à 100 tonnes par mois et a pu suffire à tous les besoins de l'Armée et de la Marine. Dans un autre ordre d'idées, le Laboratoire de la Nutrition a entrepris une série de recherches sur les effets des restrictions alimentaires, qui ont montré, en particulier, qu'un homme adulte normal peut vivre pendant plusieurs mois avec un régime restreint et subir des pertes marquées dans le poids du corps et des réserves azotées sans affaiblissement sérieux de son activité mentale et musculaire.

Le navire non magnétique *Carnegie* a terminé au cours de l'année sa 4e croisière autour du monde; parti de Buenos-Aires le 4 décembre 1917, il est arrivé le 10 juin 1918 à Washington via le cap Horn, l'océan Pacifique, le canal de Panama et la mer des Antilles, après avoir fait de nombreuses déterminations de magnétisme en mer.

Au cours de l'année, l'Institution Carnegie s'est enrichie d'un nouveau service, par le don de l'Eugenics Record Office, fondé en 1910 par M. E. H. Harriman à Cold Spring Harbor (N. Y.) dans le but de promouvoir des recherches sur l'Eugénique. Aux terrains et bâtiments évalués à environ 700.000 francs, M. Harriman a ajouté une somme d'un million et demi, dont les intérêts annuels seront affectés à la poursuite des recherches.

Le 17 novembre 1917, l'Institution Carnegie a perdu l'un de ses membres les plus éminents en la personne du Prof. F. P. Mall, directeur du Département d'Embryologie, l'un des meilleurs anatomistes américains; il avait réuni une collection remarquable d'embryons humains, qui a déjà fait l'objet de travaux importants.

La plupart des chercheurs de l'Institution ayant dû répondre à l'appel du Gouvernement américain, le programme des travaux des divers Départements et Laboratoires a subi un temps d'arrêt; néanmoins, plusieurs recherches en cours ont été poursuivies ou terminées; on en trouvera l'indication dans les rapports particuliers de chaque chef de service.

L. B.

Gravier (Gaston), *Lecteur à l'Université de Bélgrade.* — **Les frontières historiques de la Serbie.** — *1 vol. in-8° de 164 pages avec 3 cartes dans le texte et 3 cartes hors texte (Prix : 4 fr. 80). Librairie Armand Colin, 103, Bd Saint-Michel, Paris*, 1919.

Ce livre est une œuvre d'avant-guerre. M. Gaston Gravier le termina en 1914, après avoir étudié, pendant quatre années passées en Serbie, l'histoire et la géographie de ce pays. Parfaitement maître de sa langue, initié à son passé et à son présent par des maîtres éminents tels que le géographe Jovan Cvijic, M. Gravier serait devenu, sans sa mort prématurée, un informateur précieux pour l'Europe occidentale : il est glorieusement tombé en 1915 sur le champ de bataille de l'Artois.

Terminé peu de temps après le traité du Bucarest, son livre est écrit à un point de vue différent de celui qu'envisage aujourd'hui la Conférence de la Paix. En 1914, la question yougo-slave n'était pas posée; et la seule préoccupation du Gouvernement serbe était de réaliser l'union intime de la Vieille-Serbie avec la Macédoine serbe récemment acquise. M. Gravier nous montre que cette union est bien la conséquence logique du développement territorial de la Serbie.

Résumons son étude en quelques mots. Après avoir caractérisé la situation et la nature du pays où la Serbie va, durant le XIXe et le début du XXe siècle, accomplir son évolution, et consacré un chapitre aux survivances du passé serbe, l'auteur nous dépeint la résurrection de la Serbie, au cours des années 1804-1815, dans les limites du Pachalik de Belgrade. Le soulèvement de 1833, dont résulte la Réunion des six districts, et l'annexion de 1878 font l'objet des deux chapitres suivants. Puis M. Gravier dégage les caractères généraux de la nouvelle extension résultant du traité de Bucarest, en la mettant en étroit rapport avec celles qui l'ont précédée; il constate que ce développement tout en longueur n'a rien d'anormal, puisque conditions naturelles et souvenirs historiques concordent pour lui imprimer la même direction; enfin ce but : la mer, qui n'avait guère été entrevu jusque-là, s'imposait à tous, depuis qu'en 1906 l'Autriche avait hermétiquement fermé ses portes.

L'auteur conclut en remarquant que la Serbie moderne représente une volonté et un programme national, et il termine par ces paroles, que les événements actuels rendent singulièrement prophétiques :

« Les Serbes, un jour ou l'autre, porteront leurs regards vers les provinces serbes de l'Autriche, qui deviendra pour eux une sorte de nouvelle Turquie. Et cette œuvre de rassemblement ira de pair dans leur esprit avec ce qui manque encore à la complète indépendance de leur Etat : l'accès à la mer. »

Robert Demenge,
Lieutenant d'artillerie (E.-M. A. A. F. O.).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Juin 1919

M. **E. Mathias** est élu Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. Gouy, élu membre non résidant.

1° Sciences physiques. — M. **A. Baldit** : *Sur certains cas de diminution de vitesse du vent avec l'altitude.* Dans les couches basses et moyennes de l'atmosphère, la vitesse du vent augmente généralement d'une manière continue avec la hauteur. En étudiant les sondages aérologiques d'au moins 4.000 m., effectués dans la région de Châlons-sur-Marne de septembre 1915 à mars 1918, l'auteur a observé de nombreux cas de diminution nette de la vitesse du vent avec l'altitude. Ces cas se répartissent en 3 groupes : 1° vents d'entre N et E, de 0 à 4.000 m. (67 cas); 2° vents d'entre E et S, de 0 à 4.000 m. (24 cas); 3° vents d'entre E et S, de 0 à 3.000 m., puis d'entre S et W (13 cas). — M. **H. Deslandres** : *Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes.* L'auteur montre que la distribution des vibrations dans les spectres de bandes peut être représentée par la formule à trois paramètres indépendants :

$$\nu = \pm\left[\frac{F(n^2p^2)}{2}\times m^2 + f_1(n^2p^2)\times m\right] + \left[\frac{B}{2}\times n^2 + b_1 n\right] - \left[\frac{C}{2}\quad p^2 \quad c_1 p\right] \pm K,$$

m, n, p étant les nombres entiers successifs, positifs et négatifs, b_1 et c_1 des constantes indépendantes de B et C. L'une des trois raisons $F(n^2p^2)$, B ou C, ou deux d'entre elles, ou même les trois, peuvent être nulles, et l'on a une ou deux, ou trois séries de raies et bandes équidistantes. Tous les spectres de bandes connus (sauf celui de l'hélium) peuvent être rattachés à cette formule. — M. **E. Ariès** : *Sur les tensions de vapeur saturée et les chaleurs de vaporisation de l'acétate de propyle à diverses températures.* L'auteur montre que les trois constantes T_c, P_c, n et la fonction Γ sont les seuls éléments nécessaires pour calculer très simplement à toute température, grâce à la table de Clausius, et moyennant trois formules tirées de l'équation d'état, la tension de vapeur saturée, la chaleur de vaporisation et la différence entre les volumes moléculaires d'un fluide à ses deux états de saturation. Les résultats obtenus avec l'acétate de propyle dénotent, par leur précision, la confiance que méritent à la fois les formules employées et les données expérimentales de M. S. Young. — M. **H. Abraham** et **Eug. Bloch** : *Sur l'entretien des oscillations mécaniques au moyen des lampes à trois électrodes.* On sait que les lampes à trois électrodes (audions) possèdent la propriété de permettre d'introduire dans un circuit électrique une résistance négative. On peut utiliser ce principe pour l'entretien de vibrations ou d'oscillations mécaniques de toutes fréquences, puisque la lampe est par elle-même un relais apériodique à fonctionnement instantané. Les auteurs ont ainsi réalisé l'entretien des oscillations d'un pendule (on peut même faire osciller le pendule à partir du repos) et d'un diapason. — M. **G. Reboul** : *Sur les phénomènes de luminescence accompagnant l'oxydation du potassium ou du sodium.* La luminescence que le potassium ou le sodium fraîchement coupés produisent à l'obscurité s'observe le plus facilement avec l'alliage K-Na liquide. Quand on fait écouler goutte à goutte cet alliage dans une atmosphère humide, chaque goutte qui se forme devient lumineuse; à la surface de la goutte se produit une pellicule blanche d'hydroxyde. La luminescence paraît être due à l'hydratation de sous-oxydes ou peroxydes qui se forment d'abord à la surface du métal. — M. **A. Joannis** : *Sur quelques propriétés des phosphates acides.* L'auteur a étudié l'action de l'ammoniac gazeux ou liquéfié, mais non en solution, sur quelques phosphates acides anhydres. PO^4Na^2H, PO^4KH^2, PO^4MgH, ne l'absorbent pas; seul $PO^4H^2NH^4$ a absorbé en 15 jours à peu près 1/2 molécule d'ammoniac. — MM. **J. Guyot** et **L. J. Simon** : *Action du sulfate diméthylique sur les sulfates alcalins et alcalino-terreux.* Lorsqu'on chauffe un mélange équimoléculaire de sulfate diméthylique et de sulfate alcalin en maintenant ensemble les deux substances, elles réagissent selon la formule : $SO^4(CH^3)^2 + SO^4M^2 = S^2O^7M^2 + (CH^3)^2O$. Mais tandis qu'à 220° la réaction ne fait que s'amorcer pour le sulfate de Li, elle est déjà à moitié terminée pour le sulfate de Na et quasi complète pour le sulfate de K; pour le sulfate de Ba, elle est nulle à 220°-240°. Cette influence de la température permet d'expliquer les différences trouvées dans la décomposition des méthylsulfates par la chaleur (voir p. 388). — M. **S. Posternak** : *Sur deux sels cristallisés du principe phospho-organique de réserve des plantes vertes.* Le sel double de chaux et de soude cristallise des solutions du sel phospho-organique de chaux dans un excès du sel de soude saturé; sa formule est $C^6H^{12}O^{27}P^6Ca^2Na^8$. Le sel de soude cristallisé, obtenu aux dépens du sel ferrique, a pour formule $C^6H^{12}O^{27}P^6Na^{12} + 44H^2O$. Il est très soluble dans l'eau; il sert à préparer tous les autres sels purs du principe phospho-organique. — M. **H. Bierry** : *Le sucre protéidique.* Chaque espèce animale possède un plasma artériel constitué par des protéiques dont le rapport de l'azote au sucre (N protéidique /S protéidique) est caractéristique de l'espèce. Le muscle paraît jouer un rôle dans la genèse du sucre protéidique.

2° Sciences naturelles. — MM. **A. Lacroix** et **Tilho** : *Esquisse géologique du Tibesti, du Borkou, de l'Erdi et de l'Ennedi. Les formations sédimentaires.* Le substratum du Tibesti est essentiellement constitué par des grès horizontaux qui ont été vus en place jusqu'à 1.000 m. La découverte de contre-empreintes d'*Harlania Harlani* permet d'attribuer au Silurien supérieur (Gothlandien) au moins une partie de ces grès. Ils sont recouverts par endroits d'une formation latéritique, identique à celle des grès de la Guinée. On a trouvé d'autre part des formations à facies gneissique ou schisteux, qui sont des mylonites, preuve d'accidents tectoniques importants. — M. **Ch. Audebeau Bey** : *Affaissement du nord du delta égyptien, depuis l'Empire romain.* Les hypogées du Kom-el-Chougafa, à Alexandrie, permettent, d'après l'auteur, de constater l'affaissement du grès dans lequel ils ont été creusés au IIe siècle de notre ère, très vraisemblablement. Leurs galeries inférieures, toutes garnies de *loculi* (niches sépulcrales), sont inondées pendant toute l'année par les eaux dues à la nappe souterraine naturelle du Nil. Comme l'élévation du plan d'eau souterrain de l'Egypte depuis le siècle des Antonins n'a pu être que très faible, il faut bien attribuer ce phénomène à un affaissement du delta. — M. **S. Stefanescu** : *Sur la structure des lames des molaires de* l'Elephas indicus *et sur l'origine différente des deux espèces d'Eléphants vivants.* L'auteur tire de l'étude de la structure des lames des molaires la conclusion que l'*Elephas indicus*, comme l'*E. primigenius* et l'*E. meridionalis*, sont liés phylogéniquement aux espèces de mastodontes bunolophodontes à collines des molaires formées de tubercules congénères alternes, telles que les *Mastodon sivalensis* et *arvernensis*; par conséquent, l'origine de l'*E. indicus* est tout à fait différente de celle de l'*E. africanus*. — M. **H. Coutière** : *Le membre des Arthropodes.* L'auteur, ayant montré antérieurement que le membre des Crustacés pouvait comporter théoriquement dix articles, cherche à retrouver ceux-ci dans le membre

des Arthropodes. — M. **P. Cappe de Baillon** : *Sur l'existence, chez les Locustiens et les Grilloniens, d'un organe servant à la rupture du chorion au moment de l'éclosion.* Cet organe, déjà signalé chez plusieurs familles d'Insectes, a été retrouvé par l'auteur chez un grand nombre de Locustiens et de Grilloniens. Il se présente sous la forme d'une lame de longueur variable, s'étendant, à la façon d'une crête, sur le front du labre chez les premiers, sur les bords du labre chez les seconds. L'organe doit son origine à une différenciation locale de la membrane amniotique. — M. **M. Baudouin** : *Mode d'ossification du grand trochanter chez l'homme de la pierre polie.* Chez les enfants et adolescents de l'âge de la pierre polie, le bord supérieur du col du fémur constitue une véritable surface aplatie, d'aspect trapézoïdal, qui sert de support au point épiphysaire du grand trochanter. Cette surface atteint la périphérie même de la tête et arrive à son contact immédiat, dans le très jeune âge, si bien qu'il y a alors *fusion complète.* Donc, à ce moment, les masses cartilagineuses qui donneront les deux épiphyses, devant nettement s'isoler par la suite, n'en forment qu'une seule et unique. Ce caractère peut être utilisé en médecine légale pour déterminer exactement l'âge des jeunes enfants. — M. **J. Amar** : *Le coefficient hématopnéique.* L'auteur appelle *coefficient hématopnéique* la valeur

$$K = \sqrt[3]{\frac{Vn}{vN}},$$

où V et v sont les volumes d'air expirés en faisant un exercice déterminé et au repos, en un temps quelconque, par ex. 2 min., et N et n les fréquences des respirations correspondantes. Ce coefficient est une donnée expérimentale rigoureuse pour caractériser les maladies de l'appareil respiratoire, notamment la tuberculose pulmonaire, et en suivre l'évolution, comme pour mettre en évidence les troubles de la respiration dus au surmenage ou à un milieu confiné, les séquelles par gaz toxiques. — M. **P. Woog** : *De la persistance variable des impressions lumineuses sur les différentes régions de la rétine.* La persistance des impressions lumineuses est maximum au centre de l'œil et va en diminuant depuis ce point jusqu'à la périphérie. Cette moindre persistance des impressions sur les régions latérales de la rétine augmente encore l'importance de la vision périphérique, puisque cette vision indirecte est capable de nous donner une perception plus distincte des objets en mouvement.

Séance du 23 Juin 1919

M. **F. Widal** est élu membre de la Section de Médecine, en remplacement de M. Dastre, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Rateau** : *Suite de la théorie des aéroplanes. Conséquences principales des formules.* L'auteur tire de sa théorie des aéroplanes (voir p. 424) les conséquences suivantes : Au plafond, un avion, muni d'une hélice et d'un moteur donnés, a toujours la même vitesse quel que soit son poids. A n constant pour le moteur, la vitesse de l'avion est proportionnelle à la racine cubique du coefficient du couple du moteur. L'auteur calcule d'autre part les gains de hauteur qui peuvent être obtenus par l'emploi du turbo-compresseur.

2° Sciences physiques. — M. **J. Rouch** : *Sur la vitesse du vent dans la stratosphère.* Les observations des stations maritimes semblent montrer que, par ciel clair et par vent généralement modéré, la vitesse du vent ne diminue pas dans la stratosphère. La règle générale est plutôt une augmentation de vitesse qu'une diminution. — M. **L. Bloch** : *La formule de Ritz et la théorie des quanta.* La théorie de Bohr rend compte d'une façon très satisfaisante de la formule spectrale de Balmer pour l'hydrogène; pour les atomes plus compliqués, les séries sont bien représentées par la formule de Ritz. L'auteur montre qu'en compliquant légèrement la structure de l'atome et en appliquant la théorie des quanta, des calculs semblables à ceux de Bohr conduisent à des formules spectrales du type de Ritz. Inversement, l'étude des termes expérimentaux p et π de ces formules permettra d'obtenir quelques indications sur la structure de l'atome. — MM. **R. de Forcrand** et **F. Taboury** : *Sur les sulfones formées par les iodures de sodium, de rubidium et de cæsium.* Les auteurs ont fait réagir SO^2 à basse température (jusqu'à —23°) sur NaI, RbI et CsI, bien desséchés et pulvérisés. Il se forme en général une sulfone colorée, qui se dissout en partie dans SO^2 liquide en excès. Les auteurs sont parvenus à isoler ces sulfones, qui correspondent aux formules $NaI + 3SO^2$, $RbI + 3SO^2$, $CsI + 3SO^2$. L'iodure de potassium paraît se comporter d'une façon différente. — M. **H. Colin** et Mlle **A. Chaudun** : *Sur la loi d'action de la sucrase : influence de la viscosité sur la vitesse d'hydrolyse.* Les auteurs ont constaté que, lorsque le saccharose est en excès par rapport à l'enzyme, la vitesse d'hydrolyse est proportionnelle à la fluidité de la solution. — MM. **A. Valeur** et **E. Luce** : *Action de l'eau oxygénée sur la spartéine et l'isospartéine* (voir p. 499).

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Lacroix** et **Tilho** : *Les volcans du Tibesti.* La caractéristique des volcans tibestiens réside dans l'existence de vastes caldeiras, dont la plus grande est celle qui termine l'Emi-Koussi. Ce volcan a commencé par l'épanchement sur les grès de puissantes coulées de basaltes, suivies d'une alternance de coulées et de projections trachytiques résultant de grandes explosions dont les dernières ont donné naissance à la caldeira ; puis est venue une émission de scories basaltiques sans épanchement de lave. — M. **Ch. Gorceix** : *Constatation d'un mouvement isostasique post-glaciaire dans la région de Chambéry. Age des lignites de Voglans.* L'auteur, rapprochant les trois affleurements connus de la couche de lignite qui existe au nord de Chambéry, montre qu'ils se trouvent sur une surface cylindroïdale parallèle à la direction de la vallée, correspondant à un soulèvement du centre de la chaîne, par isostasie, s'étant produit après le recul du dernier glacier et les ablations de terrains consécutives. — MM. **C. Sauvagean** et **L. Moreau** : *Sur l'alimentation du cheval par les Algues marines.* Le *Fucus serratus* et le *Laminaria flexicaulis* constituent une excellente nourriture pour le cheval, dont le seul défaut est d'être, en général, difficilement acceptée au début. Après une période d'accoutumance gustative, puis d'accoutumance digestive, ces Algues agissent à la fois comme aliment d'entretien, comme aliment de travail et, en outre, semble-t-il, comme adjuvants de l'assimilation de la nourriture courante. — M. **J. Tissot** : *Mécanisme de la destruction, dans le sérum, de la cellule antigène sensibilisée par son anticorps spécifique.* La sensibilisatrice sensibilise la cellule vis-à-vis des acides gras, et la fixation préférentielle de ceux-ci sensibilise à son tour très vivement la cellule vis-à-vis des bases. L'hématie sensibilisée qui a fixé de l'acide oléique devient si avide de base qu'elle hémolyse totalement, en 1 ou 2 minutes, si on la met en présence d'une petite quantité de base. — M. **G. Bertrand** : *Sur le mécanisme de conservation des fruits dans l'eau froide.* L'auteur a montré qu'il est possible de conserver des fruits pendant plusieurs mois, sans fermentation apparente, lorsque, après les avoir lavés, on les enferme dans un flacon exactement rempli d'eau. Il explique ainsi le mécanisme de ce phénomène : Sous l'influence des réactions diastasiques qui s'accomplissent dans les fruits et jusque dans le liquide environnant, toute trace d'oxygène dissous est bien vite absorbée, le milieu devient rigoureusement anaérobique et les phénomènes de fermentation ne peuvent prendre naissance ou se développer d'une manière normale.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Juin 1919

M. **E. Jeanselme** est élu membre dans la Section de Pathologie médicale.

M. A. Robin : *L'azote total, l'azote soluble et l'azote insoluble dans le tissu du foie cancéreux.* L'azote total présente dans le foie cancéreux frais une diminution variable sur celui du foie normal; diminution due à l'hydratation variable du foie cancéreux. Mais le foie sec renferme plus d'azote que le foie normal. L'azote insoluble augmente dans les régions les plus atteintes du foie, tandis que l'azote soluble diminue; par contre, l'azote insoluble diminue dans les régions relativement saines, alors que l'azote soluble augmente. L'interprétation la plus logique de ces faits est que les protéiques du cancer se forment aux dépens des produits de l'autolyse des protéiques de l'organe dans lequel il se développe, et non par l'apport des protéiques destinés normalement aux tissus sains. — M. F. Balzer : *La prophylaxie et le traitement collectif des enfants hérédo-syphilitiques; les asiles Welander.* L'auteur fait connaître les résultats obtenus dans les pays scandinaves, dans les hôpitaux créés par le Dr Welander pour le traitement des enfants hérédosyphilitiques. Ces enfants y sont reçus dès leur plus jeune âge, et y reçoivent le traitement spécifique nécessaire; celui-ci est poursuivi méthodiquement pendant un temps assez long, en moyenne 3 ans, pour arriver à l'atténuation ou à l'annihilation des conséquences funestes de la syphilis. A l'époque de la diffusion de la syphilis que nous traversons depuis la guerre, les résultats obtenus dans de tels asiles doivent être vulgarisés autant que possible, parce qu'ils peuvent conduire à pallier de la façon la plus efficace l'influence néfaste de l'infection hérédo-syphilitique. — M. C. Truche : *Préparation et propriétés des sérums antipneumococciques.* L'auteur a préparé des sérums antipneumococciques par injections répétées au cheval de pneumocoques très virulents tués par l'alcool-éther. L'emploi de ces sérums chez l'homme a donné les résultats suivants : dans la pneumonie, la défervescence se produit en 24-48 heures; dans la pleurésie, le sérum paraît constituer un bon adjuvant des méthodes chirurgicales.

Séance du 24 Juin 1917

M. V. Balthazard est élu membre dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale.

M. R. Wurtz : *La variole à Paris et dans la banlieue pendant la guerre* (août 1914 à juin 1919). On constate depuis quelque temps, à Paris et dans la banlieue, un certain nombre de cas de variole, provoqués par l'importation étrangère et qui vont en augmentant depuis 2 mois. Il y a là un contraste frappant avec l'immunité presque absolue dont a joui l'agglomération parisienne pendant près de 4 ans (1914-1918). Il y a lieu de multiplier les vaccinations et revaccinations, en particulier chez les femmes et les vieillards. — M. O. Laurent : *Les centenaires en Californie.* L'auteur signale le nombre relativement important de centenaires existant en Californie. Il attribue ce fait à 3 causes : 1° la pureté de l'air; 2° la constance et le degré généralement modéré de la température; 3° la fertilité du sol assurant une saine alimentation. — M. P. F. Armand-Delille : *Héliothérapie préventive de la tuberculose chez l'enfant. L'école au soleil.* L'auteur a organisé pour des petits rapatriés dont les mères étaient atteintes de tuberculose pulmonaire avérée, ouverte ou fermée, non seulement une école de plein air, mais une véritable école au soleil, suivant le type de celle de Rollier. Celle-ci a fonctionné d'avril à octobre 1918 en Savoie et a produit une régénération profonde de l'organisme chez tous les enfants qui l'ont fréquentée. Des résultats analogues ont été obtenus pendant l'hiver à la station de Sylvabelle (Var).

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Juin 1919

M. L. Blaringhem : *Polymorphisme et fécondité du Lin d'Autriche.* Les fleurs à styles courts sont portées sur grappes denses offrant trois fois moins d'avortement que les fleurs à long style. — M. L. Binet : *Etude des réponses à l'émotion provoquée.* Cette épreuve consiste en l'étude des modifications des tracés du tremblement, de la respiration et de la circulation, lors de la mise en action d'une sirène ou d'un coup de revolver à blanc. La grandeur de la réaction est fonction du coefficient d'émotivité du patient. La nature de la réaction doit être envisagée au niveau des différents appareils. — MM. L. Launoy et Y. Fujimori : *Sur quelques anesthésiques locaux.* Les dérivés benzoylés de la série d'amino-alcools dont la fonction alcoolique est fonction alcool tertiaire, sont plus toxiques et plus sensiblement actifs que les dérivés benzoylés correspondants, appartenant à la série à fonction alcool secondaire. Les dérivés en C^5, alcools amyliques, sont les plus toxiques et les plus actifs. — M. N. E. Bardier : *Hémorragie et adrénaline.* La sensibilité du réflexe vasculaire aux doses infinitésimales d'adrénaline disparaît sous l'influence de l'hémorragie, lorsque la pression tombe aux environs de 10 mm. de mercure. Mais avec une pression basse de 15 à 20 mm. on observe qu'une dose très faible peut produire un réflexe très net de vaso-constriction. — M. B. G. Duhamel : *Fixation au niveau du foie des métaux et métalloïdes en solutions colloïdales introduits dans l'organisme par la voie veineuse.* Le platine, le palladium donnent lieu à la formation d'enclaves dans les cellules de Kupffer. En revanche, le cuivre, le mercure, le fer, le sélénium, le soufre en solutions colloïdales ne forment pas de dépôt visible dans les cellules étoilées. Quinze minutes après l'injection intraveineuse de ces diverses solutions colloïdales, les deux tiers environ du métal ou du métalloïde sont immobilisés dans le foie. — M. Ed. Retterer : *Structure et développement des dents composées.* La structure et l'histogenèse des molaires du cobaye (dents composées) sont identiques à celles des dents simples du chien. Si les lames éburni-adamantines se plient et se replient, c'est que la papille dentaire présente, dès le principe, une forme aplatie et plissée. Les intervalles de ces replis sont comblés par le tissu inter-dento-maxillaire qui produit un cortical vésiculeux, devenant partiellement cartilagineux. — M. J. Giaja : *Emploi des ferments dans les études de physiologie cellulaire : le globule de levure dépouillé de sa membrane.* La levure possède une membrane hydrocarbonée très résistante aux agents chimiques; cependant cette membrane est dissoute par un ou plusieurs ferments contenus dans le suc digestif d'*Helix pomatia.* La levure dépouillée de membrane conserve, au début, son pouvoir fermentatif envers le sucre; d'autre part, elle continue à respirer, car elle réduit à plusieurs reprises une solution d'hémoglobine.

Séance du 28 Juin 1919

M. M. Léger : *Contribution à l'étude biologique du Necator americanus.* La transformation à l'air libre des larves rhabdoïdes en larves strongyloïdes de *Necator americanus* se fait plus rapidement que l'indiquent les classiques. Cette rapidité d'évolution intervient pour rendre infiniment plus difficile la prophylaxie de la « maladie du ver ». — M. et Mme L. Lapicque : *Modification de l'excitabilité musculaire par la fatigue.* La fatigue augmente la chronaxie du muscle sans changer la rhéobase sensiblement. Quand la chronaxie a doublé, l'excitation indirecte devient inefficace (curarisation); si l'on continue le travail par excitation directe, la chronaxie continue à augmenter. — MM. Ch. Achard, A. Ribot et L. Binet : *Utilisation du glycose dans les maladies aiguës fébriles.* Dans la grippe avec forte fièvre la glycémie consécutive à l'ingestion de glycose est plus prolongée que chez le sujet normal et rappelle ce qui s'observe dans le diabète. Ce fait confirme l'existence, dans les maladies aiguës fébriles, d'une insuffisance glycolytique, déjà mise en évidence par la glycosurie consécutive à l'injection sous-cutanée de 10 gr. de glycose et mieux encore par l'augmentation de l'acide carbonique exhalé après 20 gr. de glycose. — M. E. Bardier : *Hémorragie et adrénaline.* L'excitabilité cardio-vasculaire du chien vis-à-vis des fortes doses d'adrénaline

décroît avec l'importance de la saignée et disparaît à l'agonie. Les doses employées ont été en moyenne de 0,030 mgr. par kilogramme. — Mme **A. Drzewina** et M. **G. Bohn** : *Des variations de la résistance aux hautes températures, chez la grenouille à différents stades.* En soumettant à des températures variant de 36° à 40° des embryons à l'éclosion, des embryons à branchies et de jeunes têtards de *Rana fusca*, on constate une *sensibilité croissante ;* à quelques jours d'intervalle, il y a une différence de 2° à 3°. Les mêmes animaux présentent une sensibilité croissante analogue vis-à-vis du manque d'oxygène et vis-à-vis du cyanure. — M. **Ch. Nicolle** : *Entretien du virus du typhus exanthématique.* Un virus exanthématique prélevé sur un malade le 15 mai 1914 et inoculé à un singe a pu, à partir de cet animal, réaliser 175 passages consécutifs par cobaye, sans se perdre, et a été conservé. Le cobaye est donc bien l'animal d'excellence à utiliser pour la conservation du virus. — MM. **J. Nagrotte** et **L. Guyon** : *Sur la décroissance et la disparition de la substance conjonctive dans l'organisme.* La méthode des greffes permet d'introduire dans l'expérience des points de repère précis, grâce auxquels on peut apprécier les moindres modifications quantitatives de la substance collagène. Placées dans des régions qui ne sont pas appropriées à leur conservation, les greffes vivantes ou mortes des tissus conjonctifs fondent sans présenter aucun phénomène inflammatoire, par la seule action du milieu intérieur local dans lequel elles ont été introduites. Cette fonte ne se fait pour les greffes mortes qu'après reviviscence du tissu.

MM. **Balthazard** et **Debré** sont élus membres titulaires de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Juin 1919

M. **D. Hurmuzescu** : *Champs magnétiques des aimants permanents.* On connaît l'importance de l'emploi des aimants permanents dans la construction des appareils électriques tels que les galvanomètres de grande sensibilité et d'autres appareils. Mais la symétrie et la constance de leurs champs magnétiques dépendent de certaines conditions. En étudiant, par la méthode des spectres magnétiques, les différents aimants obtenus dans les conditions les plus diverses de travail, de trempe et d'aimantation, on peut déduire un certain nombre de conséquences concernant la meilleure utilisation des dispositions, des formes et des champs magnétiques des aimants. Par les figures projetées, M. Hurmuzescu montre le manque de symétrie dans la distribution des lignes de forces résultant d'une trempe non uniforme de l'aimant et d'actions diverses ayant pour aboutissement une irrégularité dans la distribution de l'aimantation permanente. Ces défauts peuvent être corrigés, en partie au moins, ainsi que l'expérience le montre, en modifiant convenablement les aimants et surtout en y adjoignant des pièces supplémentaires en fer doux et des pièces polaires. — M. **A. Zimmern** : *L'impression radiographique du tube Coolidge.* On admet généralement que la puissance des rayons X émis par l'ampoule varie comme le cube du potentiel et que l'action sur la plaque photographique varie comme le carré du potentiel. La quantité ItV^2/d^2 a même été adoptée par certains auteurs comme caractéristique du noircissement. Elle signifie que, pour une même sensibilité de plaque et des conditions de développement identiques, on obtiendra un même noircissement quelles que soient les valeurs I, t, V^2 et d^2 pourvu que leur produit soit constant. En cherchant à vérifier cette formule $ItV^2/d^2 = K$ avec un tube Coolidge monté sur contact tournant, il a semblé à M. Zimmern qu'elle n'était exacte qu'entre certaines limites. Dans un premier cliché, il a été fait une série d'impressions successives sur la même plaque de manière à éliminer les inégalités de sensibilité et de développement. La distance d a été maintenue constante (40cm) et l'intensité I au voisinage de la valeur moyenne 4 mA. Le potentiel a été mesuré comme d'usage dans les appareils courants au moyen d'un voltmètre aux bornes du primaire. Enfin le temps de pose a été calculé pour les différentes épreuves de manière à obtenir ItV^2 = const. On constate alors qu'au-dessous de 30.000 volts on n'a, malgré le temps de pose considérable (3min,50), aucune impression (absence du rayonnement correspondant à la bande d'absorption de l'argent et du brome). Les noircissements ne deviennent vraiment uniformes que vers 55.000 volts. Dans un second cliché, pour une intensité de l'ordre de 4 mA, on a introduit dans la formule la distance explosive et l'on a calculé t de manière à maintenir constante l'expression ItL^2, L étant la distance explosive. Les temps de pose varient alors de 11 minutes 40 secondes pour 3cm d'étincelle à 0,19 seconde pour 19cm d'étincelle. Dans ces conditions, les images apparaissent toutes simultanément au développement et les noircissements se rapprochent sensiblement de l'équivalence. L'expression $ItL^2 = K$ représente donc le phénomène d'une manière plus générale. Un troisième cliché, dans lequel on a fait varier I, montre qu'au dessous de 4 m A et pour de faibles voltages les résultats ne sont pas conformes à l'expression ItL^2 = const. M. **M. de Broglie** croit qu'une partie des résultats obtenus par M. Zimmern peut s'expliquer par le fait que la relation ItV^2/d^2 (produit de l'énergie dépensée dans le tube sous forme de rayons cathodiques par le rendement en rayons X proportionnel à V, d'où le terme en V^2) ne doit s'appliquer rigoureusement qu'à potentiel constant. Avec des ampoules excitées sous tension variable, la longueur d'étincelle mesure la tension maxima, et les autres procédés, la tension efficace. La question est encore compliquée par la répartition de l'énergie entre les longueurs d'onde qui varie avec la tension. Les résultats de M. le Dr Zimmern gardent néanmoins leur importance, puisqu'ils relient l'effet à obtenir en radiographie à des quantités mesurables avec les dispositifs ordinaires.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 13 Juin 1919

MM. **P. Nicolardot** et **Baurier**, après avoir rappelé les différentes méthodes proposées pour doser l'ammoniaque et la pyridine et montré qu'elles étaient inapplicables pour la détermination de l'ammoniaque dans les produits de distillation des houilles, lignites, schistes..., indiquent comment ils effectuent ce dosage par l'emploi des hypochlorites ou des hypobromites dans un nouvel appareil qu'ils ont imaginé. — M. **V. Auger** a étudié à nouveau le *rouge d'uranium* dont Kohlschütter avait donné en 1901 une formule qui semblait définitive. Il a constaté que les résultats analytiques de Kohlschütter, très voisins de la vérité au point de vue centésimal, étaient entachés d'une erreur fondamentale : le soufre, d'après ce chimiste, serait relié à la molécule complexe sous forme de persulfure -S-SH tandis qu'en réalité il en fait partie sous la forme sulfure $\begin{matrix}-SH\\-SH\end{matrix}$. En effet, le rouge d'urane bien pur, traité par un acide dilué, se dissout en donnant une liqueur claire contenant le sel d'uranyle de l'acide et H^2S dissous, tandis que Kohlschütter, opérant évidemment avec un produit altéré, obtient, dans ces conditions, la moitié du soufre à l'état H^2S et l'autre moitié sous forme de soufre précipité. L'addition ménagée d'alcali à une solution de sel d'uranyle donne d'abord naissance à un sel acide de l'anion complexe $[U^5O^{18}H]^{v-}$, de forme $(U^5O^{18}H)HMe^1$, qui, abandonné à lui-même, se détruit plus ou moins rapidement, avec une vitesse décroissante dans l'ordre des métaux alcalins NH^4, K, Ba. Un excès d'alcali le décompose immédiatement en fournissant le pyro-uranate $U^2O^7Me^2$. En faisant passer un courant de H^2S dans le complexe en suspension dans l'eau, 2O sont remplacés par 2S et on forme le sel $[U^5O^{16}S^2H]HMe^1$, orangé avec K, Na, NH^4, rouge avec Ba. On conçoit que, étant donnée la faible stabilité du complexe oxygéné, il est à peu près impossible d'obtenir ainsi un

rouge d'urane absolument pur; aussi est-il bien préférable de traiter directement le sel d'uranyle par une solution de sulfure alcalin en quantité juste suffisante pour fournir le sel cherché. Si le sulfure alcalin est pris en proportion moindre, une quantité correspondante de sel d'uranyle reste en solution, et peut être enlevée par lavage; inversement, si le sulfure est en excès, le complexe sulfuré est souillé d'oxysulfure brun d'uranium qui ne peut plus être enlevé.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 15 Mai 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **W. H. Young** : *L'aire des surfaces.* Plusieurs auteurs connus ont essayé de bâtir une théorie de l'aire des surfaces. Leurs efforts ont obtenu si peu de succès que même les traités les plus récents définissent l'aire d'une surface gauche au moyen des formules applicables au cas d'une surface de révolution. Dans la présente communication, l'auteur considère la question d'un point de vue entièrement nouveau. La définition donnée est basée sur un concept lui-même nouveau, celui de l'aire d'une courbe oblique fermée. Elle est caractérisée, d'autre part, par l'emploi de l'idée que la surface est, comme une courbe, une multiplicité ordonnée, l'ordre étant double au lieu d'être simple. La surface est donc supposée définie par des équations de la forme :

$$x = x(u, v) \qquad y = y(u, v) \qquad t = t(u, v)$$

et divisée par les courbes :

$$u = \text{const.} \qquad v = \text{const.}$$

La définition de l'aire de la surface est basée sur le fait que la somme des aires des frontières des portions de la surface ainsi obtenues a une limite unique.

2° Sciences physiques. — M. **E. F. Burton** : *Une nouvelle méthode de pesée des particules colloïdales.* Quand des particules colloïdales fines sont attirées vers le haut et vers le bas, dans un liquide, pendant des périodes égales, par l'application d'un champ électrique vertical, il se produit une sédimentation nette des particules. D'après l'auteur, quoique pour de petites forces, comme la pesanteur seule, le mouvement brownien les empêche d'atteindre une vitesse limite, lorsque les particules sont attirées par une force beaucoup plus grande, la force gravitationnelle relativement insignifiante s'ajoute à la force électrique dans le mouvement vers le bas et s'y soustrait dans le mouvement vers le haut, et agit ainsi en produisant une sédimentation marquée des particules. L'application de la loi de Stokes à cette sédimentation donne pour le diamètre des particules une valeur qui concorde de très près avec celle qu'on obtient par la méthode de comptage (soit $2,2 \times 10^{-5}$ cm. et $1,7 \times 10^{-5}$ cm.), même en empruntant les données à de vieilles observations. — MM. **W. A. Bone** et **R. J. Sarjant** : *Recherches sur la chimie de la houille.* I. *Action de la pyridine sur la substance du charbon.* Les auteurs ont repris l'étude expérimentale de la prétendue action dissolvante de la pyridine et de ses homologues sur la substance du charbon. Ils montrent que la présence de l'oxygène a une action retardatrice importante sur le procédé d'extraction et que, pour obtenir des résultats concordants, il est nécessaire non seulement d'employer un solvant anhydre, mais aussi d'exclure l'oxygène. Les auteurs décrivent l'application de cette méthode à deux charbons bitumineux isomères typiques. Pour ceux-ci, la limite d'extraction dépasse considérablement la quantité de matières volatiles obtenues par carbonisation à 950°. A plus haute pression, cette limite est encore dépassée, et lorsque l'extraction a lieu en tubes scellés entre 130° et 150° près des deux tiers de la substance du charbon sont rendus solubles. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que ni la pyridine seule, ni même la pyridine additionnée de chloroforme, ne sont capables d'extraire à l'état pur les constituants résiniques de la houille, et qu'en plus de l'action dissolvante que la pyridine peut avoir sur ces constituants elle attaque lentement et résout en agrégats moléculaires plus simples la structure complexe de la substance charbon, pour laquelle elle a une affinité marquée.

Séance du 22 Mai 1919

Sciences naturelles. — M. **W. J. Sollas** : *La structure du* Lysorophus, *telle qu'elle se montre par les coupes en série.* Comme la position précise du *Lysorophus*, considéré par Broom comme le vertébré fossile le plus intéressant découvert depuis plusieurs années, reste toujours discutée, quelques nodules contenant des restes ont été mis entre les mains de l'auteur, pour l'examen par des coupes en série. Ce travail est maintenant terminé, et l'auteur expose tous les faits de l'anatomie du crâne et des vertèbres, et les principaux traits de la ceinture scapulaire et des pattes antérieures, avec une grande précision et richesse de détails. Il est maintenant hors de doute que le *Lysorophus* appartient à un groupe ancestral d'Amphibiens en relation étroite avec les Urodèles. Parmi les caractères primitifs frappants qu'il conserve, on peut mentionner la présence d'un os basi-occipital et supra-occipital, avec un foramen dans le premier pour le 12e nerf, et probablement la présence d'un large proatlas accouplé.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE

Séance du 5 Avril 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Demoulin** : *Sur la transformation de Moutard et quelques-unes de ses applications géométriques.* — M. **M. Stuyvaert** : *Systèmes triplement infinis de coniques dans un plan.* Problème d'algèbre relatif à l'invariantologie de quatre coniques d'un même plan.

2° Sciences physiques. — M. **Th. de Donder** : *La gravifique.* II. — M. **J. E. Verschaffelt** : *L'existence d'une déviation constante dans la réfraction par un prisme biréfringent.* Preuve analytique de l'existence d'une pareille déviation. — M. **A. de Hemptinne** : *La loi de Faraday et l'action de l'effluve électrique sur les oxydes métalliques.* Certains oxydes métalliques, l'oxyde de plomb par exemple, se laissent réduire régulièrement par l'effluve électrique en présence d'une atmosphère d'hydrogène ou d'oxyde de carbone.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Gravis** : *Connexions anatomiques de la tige et de la racine* (note préliminaire). Exposé des résultats généraux fournis par l'étude des rapports entre la structure de la tige et celle de la racine. L'auteur considère que ce qui a été appelé le passage de la racine à la tige est une illusion. — MM. **E. Gley** et **A. Quinquaud** : *Remarques sur les relations admises entre les fonctions des nerfs splanchniques et la sécrétion surrénale d'adrénaline.* Les nouvelles recherches des auteurs infirment la donnée fondamentale de leur mémoire de 1914. Il n'y a pas d'adrénalinémie physiologique.

J. E. V.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N°s 15-16 15-30 AOUT 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Lord Rayleigh. — La Science britannique vient de perdre un de ses plus illustres représentants : Lord Rayleigh est décédé le 30 juin dernier à l'âge de 77 ans.

John William Strutt, troisième baron Rayleigh, avait fait ses études au Trinity College de Cambridge, dont il devint « fellow » en 1866. A trois reprises dans sa vie, il remplit des fonctions universitaires : d'abord à Cambridge, de 1879 à 1884, comme professeur de Physique expérimentale, dans la chaire Cavendish où il succéda à Maxwell pour céder lui-même la place à Sir J. J. Thomson; puis à Londres, de 1887 à 1905, comme professeur à l'Institution Royale, poste qui lui laissait beaucoup plus de loisirs pour la recherche. De 1908 à sa mort, enfin, il exerça l'office de chancelier de l'Université de Cambridge. Mais c'est dans sa propriété de Terling Place (Essex), où il avait fait construire un laboratoire, qu'il a exécuté la plupart des travaux qui l'ont fait connaître.

De son vivant même, ses travaux ont été réunis en volumes, sous le titre de : *Scientific Papers;* cinq tomes ont déjà paru, contenant par ordre chronologique 369 mémoires allant jusqu'à l'année 1910. Les titres sous lesquels ils sont classés dans les tables des matières suffisent à montrer que les recherches de l'auteur ont embrassé presque tout le champ de la Physique. Mais l'angle sous lequel il les a abordées a été souvent le même : qu'il s'agisse des phénomènes des barreaux, des plaques et des membranes vibrantes, du mouvement des fluides et des gaz, du son, de la lumière ou de l'électricité, c'est la théorie des mouvements vibratoires qui lui sert de clef pour résoudre les problèmes qui se posent, et malgré sa diversité son œuvre acquiert par là une certaine unité.

Lord Rayleigh a toujours marqué une certaine préférence pour les questions d'Acoustique et d'Optique. Dans le premier de ces domaines, outre ses mémoires originaux, il laisse un traité en 2 volumes : *Theory of Sound*, qui a eu deux éditions, en 1877 et 1894. Il y a repris les vues d'Helmholtz, en les complétant et en les perfectionnant, surtout en ce qui concerne les phénomènes de résonance. Au moyen de son audiphone, il a déterminé la raréfaction et la condensation minima d'une onde aérienne capable d'impressionner l'oreille, ainsi que l'amplitude minimum de déplacement des sons perceptibles. On lui doit aussi des travaux sur la perception de la direction du son et celle des signaux dans le brouillard.

En Optique, à côté de mémoires sur la nature de la lumière blanche, la réflexion par les surfaces, l'aberration dans un milieu dispersif, les réseaux de diffraction, le pouvoir résolvant des instruments d'optique, etc., son nom est surtout attaché au problème de la lumière bleue du ciel. Dès 1871, il avait montré que la lumière diffusée par de petites particules est d'autant plus intense que les longueurs d'onde sont plus courtes, et que la lumière bleue est plus diffusée que la lumière rouge, et il avait suggéré que le ciel paraît bleu parce que les plus fines particules de poussières de l'atmosphère supérieure diffusent surtout de la lumière bleue. Il devait revenir à son fils, M. R. J. Strutt, de faire voir récemment que les molécules d'air elles-mêmes peuvent agir comme particules diffusantes.

La radiation et l'énergie radiante ont également retenu l'attention de Lord Rayleigh, qui est l'auteur d'une des trois principales formules donnant la relation entre l'énergie et la longueur d'onde dans le spectre continu.

Comme membre du Comité des étalons électriques de l'Association britannique, il fut amené à s'occuper de la détermination exacte des unités électriques. En 1881, il mesura, avec A. Schuster, la valeur absolue de l'ohm, et il établit plus tard, avec Mme Sidgwick, l'équivalent électrochimique de l'argent et la force électromotrice absolue de la pile-étalon de Clark. Ces travaux de précision lui fournirent l'occasion de publier de nombreuses remarques sur les appareils et méthodes de mesures électriques, leur sensibilité, leurs imperfections. En Electricité, on lui doit d'autre part des contributions d'un caractère plutôt mathématique sur des sujets tels que : la théorie du potentiel, la capacité des sphères et des cylindres, les vibrations électriques des barreaux minces, la propagation des ondes hertziennes.

En Hydrodynamique, Lord Rayleigh a fait progresser

l'étude de nombreuses questions, comme la théorie de la formation et de la stabilité des jets, celle de la stabilité du mouvement dans les fluides visqueux, les phénomènes capillaires, les tourbillons, les ondes de marée, la théorie de la résistance rencontrée par un plan se mouvant à travers un liquide, d'où il a tiré des applications importantes à la théorie du vol.

Des recherches sur la théorie dynamique des gaz le conduisirent à la mesure exacte de la densité de certains d'entre eux. En 1892, il fut frappé par la différence existant entre les densités de l'azote retiré de l'air, d'une part, et des composés chimiques de cet élément, d'autre part, le premier étant toujours plus lourd. En 1894, il attribuait cet écart à la présence, dans l'azote retiré de l'air, d'un gaz plus lourd et encore inconnu, opinion qui rencontra d'abord un scepticisme assez général. Les essais d'isolement de ce gaz l'ayant mis en relation avec Ramsay, les deux savants parvinrent en 1896 à la découverte de l'argon, dont l'air renferme environ 0,5 %, et qui appartient à une famille nouvelle d'éléments chimiques dont Ramsay devait plus tard retirer de l'air tous les autres membres. Quelle que soit la part importante qui revienne au chimiste dans l'isolement de l'argon, c'est Rayleigh qui fut l'initiateur de la découverte, et il y arriva non par des méthodes nouvelles ou perfectionnées, mais par l'emploi d'un instrument ancien et bien connu: la balance.

Un trait remarquable des recherches expérimentales de Lord Rayleigh, — que relève Sir J. J. Thomson au cours de la notice qu'il lui a consacrée dans *Nature*, — c'est la simplicité des appareils avec lesquels il a obtenu ses principaux résultats. On a dit de lui qu'il n'avait eu besoin, pour ses investigations, que de quelques morceaux de tube de verre et de cire à cacheter, et, en fait, tous les physiciens qui ont visité le laboratoire de Terling ont été étonnés de la simplicité de ses installations. Cet exemple montre une fois de plus que, si certaines recherches de Physique nécessitent des appareils puissants ou compliqués, bien des problèmes peuvent encore être abordés avec fruit par des moyens beaucoup plus modestes.

L'importance de l'œuvre de Lord Rayleigh, l'exactitude de ses déterminations expérimentales, son sens critique très averti, la sûreté et l'impartialité de son jugement lui avaient acquis dans le monde savant une autorité incontestée. Le Gouvernement britannique sollicita à plusieurs reprises ses avis sur des questions scientifiques. Depuis 1896, il était conseiller scientifique de Trinity House; il était depuis 1909 président du Comité consultatif de l'Aéronautique, et pendant la guerre il fut l'un des premiers membres du Conseil consultatif du Département de la Recherche scientifique et industrielle. Il avait pris une part importante à la fondation du Laboratoire national de Physique, et jusqu'à la veille de sa mort il fut le président du Comité exécutif chargé par la Société Royale de la direction et du contrôle de ce grand établissement.

Les honneurs lui vinrent nombreux : élu en 1873 membre de la Société Royale de Londres, il en devint le secrétaire de 1887 à 1896 et le président de 1905 à 1908; ses collègues lui témoignèrent d'autre part leur haute estime par l'attribution des Médailles Copley, Royale et Rumford. Il était associé étranger de l'Institut de France et officier de la Légion d'honneur, et de nombreuses sociétés scientifiques, britanniques et étrangères, avaient tenu à le compter au nombre de leurs membres. En 1904, il avait reçu le Prix Nobel de Physique.

Bien que proche parent de deux premiers ministres britanniques, Lord Salisbury et M. Balfour, Lord Rayleigh n'a pas pris part à la vie politique. Il s'est par contre intéressé à l'exploitation de son grand domaine et à la situation de ses fermiers, avec lesquels il a réalisé un système d'association en co-propriété, les « Laiteries de Lord Rayleigh », bien connu en Angleterre.

Lord Rayleigh laisse deux fils, dont l'aîné, l'Hon. R. J. Strutt, qui hérite de son titre, marche sur les traces de son père : il est professeur de Physique au Collège impérial des Sciences de South Kensington et s'est déjà fait connaître par d'intéressantes recherches.

L. B.

§ 2. — Physique

Recherches sur le recuit des verres d'optique. — A la température ordinaire, le verre est dur, rigide et élastique; mais, quand on le chauffe, il se ramollit graduellement et se transforme sans discontinuité en un liquide visqueux, puis mobile. Pendant le refroidissement, le phénomène inverse a lieu et la solidification s'étend sur un assez long intervalle de température. C'est la raison principale pour laquelle les objets en verre refroidis acquièrent une tension interne. Le verre d'optique doit être exempt de ces tensions, d'abord parce que, si elles sont trop fortes, le verre peut se briser par manipulation ou chauffage, ensuite parce que la surface d'une lentille ou d'un prisme mal recuit peut se déformer graduellement. On fait disparaître ces tensions par un recuit approprié.

Pour effectuer le recuit d'une façon rationnelle, une connaissance précise des diverses propriétés du verre dans l'intervalle de température utilisé est absolument nécessaire. La viscosité surtout joue ici un rôle important : sa grandeur et sa variation avec la température permettent seules de calculer le temps pris par les tensions pour se relâcher de leur valeur initiale dans un rapport déterminé et de fixer le meilleur mode de refroidissement.

MM. A. Q. Tool et J. Valasek se sont livrés à ce sujet à une série de recherches, qu'ils ont récemment communiquées à la Société philosophique de Washington. Ils désignent sous le nom de température de recuit la température constante et uniforme à laquelle le verre doit être maintenu pour que les tensions internes disparaissent. Cette température est déterminée par une étude du relâchement des tensions dans un échantillon de verre à diverses températures. Deux genres de méthodes ont été employés dans ce but : les unes reposent sur la détermination du taux de diminution des forces internes au moyen de la double réfraction de l'échantillon, les autres sur la mesure du taux de déformation d'une pièce de verre convenable soumise à des forces appliquées extérieurement.

Une des méthodes du premier groupe consiste à chauffer un cylindre de verre à bouts polis à une vitesse constante entre des nicols croisés et à noter la température à laquelle la double réfraction commence à diminuer sensiblement et aussi celle où elle disparaît rapidement. On a trouvé expérimentalement que la température inférieure donne de bons résultats comme température de recuit, et que le verre peut être maintenu à la température supérieure pendant un temps raisonnable sans déformation sensible. Le « temps de relâchement » des efforts internes de Maxwell dans le verre non recuit est déterminé à diverses températures par la mesure des constantes de la polarisation elliptique au moyen d'un analyseur elliptique de Stokes modifié.

Dans les méthodes du second groupe, on détermine l'extension et la flexion de lames de verre soumises à une charge.

Les résultats obtenus montrent que le temps de relâchement ne dépend pas seulement de la température et de la nature du verre, mais aussi de l'intensité des tensions, les plus fortes se relâchant plus rapidement. L'élongation et la flexion donnent pratiquement les mêmes résultats, mais la méthode optique fournit des valeurs beaucoup plus grandes, l'écart variant avec la nature du verre. Pour des tensions fortes et égales, l'accord est meilleur.

La loi exponentielle empirique formulée par Twyman pour la variation du temps de relâchement en fonction de la température se vérifie pour de petits

intervalles de température. La constante du terme exponentiel semble augmenter avec la température et varie considérablement avec le verre. La méthode de refroidissement la plus efficace paraît être celle qui obéit à la même loi exponentielle.

Les auteurs ont observé, d'autre part, un phénomène qui peut acquérir une grande importance dans le recuit ou d'autres parties du travail du verre : c'est une transformation apparemment endothermique, qu'on décèle en prenant des courbes de chauffage avec un couple thermique différentiel.

M. C. G. Peters a montré que cet effet s'accompagne d'une augmentation marquée du coefficient de dilatation thermique. Il paraît indiqué d'opérer le recuit au-dessous de la région où se produit cet effet. Il se montre, en général, immédiatement après le point où la double réfraction commence à diminuer sensiblement. On l'a trouvé dans tous les verres d'optique étudiés.

On peut donner l'explication suivante de ce phénomène : le chauffage rapide trouble l'équilibre entre les composants qui existent dans le verre; mais celui-ci, étant donnée la diminution rapide de la viscosité, tend à se rétablir avec une rapidité correspondante, en provoquant les effets thermiques observés.

Sensibilité photoélectrique et propriétés rectifiantes de la molybdénite. — Certains cristaux, comme la molybdénite, présentent la curieuse propriété d'exister sous diverses variétés dont quelques-unes ont des propriétés photoélectriques, quelques autres des propriétés rectifiantes si on constitue avec elles un détecteur à cristaux. Il était intéressant de rechercher s'il existe un lien quelconque entre ces deux propriétés et si les cristaux sensibles à la lumière sont ceux qui peuvent former un bon détecteur. C'est ce qu'ont fait W. W. Coblentz et Louise S. Mc Dowell[1].

Au cours de recherches sur la sensibilité photoélectrique de la molybdénite, on avait constaté[2] que les échantillons sensibles au point de vue photoélectrique ont une résistivité électrique 100 à 10.000 fois plus forte que les échantillons non sensibles à la lumière. En outre, la conductivité des échantillons non sensibles est indépendante de la direction dans laquelle passe le courant, tandis que les cristaux à propriétés photoélectriques ont une conductivité beaucoup plus forte pour une certaine direction du courant dans le cristal que pour la direction opposée, la différence atteignant 10 à 30 % suivant les cristaux. Le courant photoélectrique augmente donc si dans le circuit d'une batterie de 4 v. on insère le cristal suivant la direction qui donne la conductivité maxima.

Pour rechercher s'il existe une relation entre la sensibilité photoélectrique et l'action rectifiante exercée quand on dispose le cristal dans un circuit oscillant de haute fréquence, les auteurs ont choisi des cristaux ($10 \times 4 \times 0{,}1$ mm.) présentant une ou deux petites plages sensibles au point de vue photoélectrique, mais dont le reste de la surface n'avait aucune sensibilité. Les essais de rectification ont été effectués au moyen d'un circuit vibrateur ordinaire syntonisé, le téléphone et le détecteur étant disposés en parallèle avec le condensateur du circuit secondaire. L'accouplement était réglé de manière que le circuit secondaire fût le siège d'oscillations intenses; on explorait le cristal, au point de vue de la rectification, par un contact réalisé avec une fine pointe métallique.

Les essais ont indiqué que les échantillons de molybdénite de faible résistivité, insensibles à la lumière, sont des redresseurs beaucoup plus efficaces que les échantillons à forte résistivité, sensibles à la lumière. Un de ces cristaux, pour lequel on n'a pu déceler aucune propriété photoélectrique avec un galvanomètre sensible, produisait une rectification très nette sur sa surface tout entière. Au contraire, les cristaux à forte résistivité ne fonctionnaient comme détecteurs qu'en certains points, qui ne coïncidaient généralement pas avec les points doués de propriétés photoélectriques.

D'où l'on peut conclure : 1° que les échantillons de molybdénite de faible résistivité, dépourvus de propriétés photoélectriques, présentent un pouvoir rectifiant beaucoup plus net que les échantillons très résistants, sensibles à la lumière; 2° qu'il n'existe aucune relation apparente entre la sensibilité photoélectrique et le pouvoir rectifiant observés dans la molybdénite.

1. W. W. Coblentz et Louise S. Mc Dowell : *Physical Review*, 2e série, t. XIII, p. 154 ; février 1919.
2. *Physical Review*, t. XI, p. 497 ; 1918.

§ 3. — Agronomie

Alimentation du bétail et cultures fourragères aux Indes. — Un examen attentif des conditions d'alimentation du bétail, dans les provinces du Nord-Ouest des Indes Anglaises, a montré qu'il existe une disproportion énorme entre les quantités relatives des matières azotées et hydrocarbonées qui entrent dans les rations.

Il en résulte que le bœuf, pour lequel la relation nutritive est beaucoup trop large (elle atteint à peine 1/7, le plus souvent), se développe mal et tardivement; c'est pourquoi les Stations de recherches agricoles, telles que celle de Pusa[1], montrent depuis quelques années la nécessité de parer à cet état de choses.

Dans ce but on cherche à développer dans le Nord-Ouest de l'Inde, où le sol est aride, la culture des fourrages de légumineuses.

Ces plantes enrichissent le sol en azote, emprunté à une source gratuite, l'atmosphère, et fournissent un aliment très riche en matières albuminoïdes. Enfin, autre avantage également bien connu, plus un sol est riche et moins les plantes qu'il supporte auront besoin d'eau pour produire une quantité donnée de substance sèche. C'est cependant un point de la physiologie végétale qui semble singulièrement ignoré des praticiens, ou, du moins, ils n'en tiennent pas assez compte. Sans parler des Arabes ou des populations noires de l'Afrique, par exemple, qui n'emploient pas le fumier de leurs animaux, sauf exceptions, les colons parfois ont un bétail trop restreint par rapport à l'étendue des terres qu'ils cultivent.

Aux Indes, les expériences faites en grand depuis plusieurs années avec le « Shaftal » ou trèfle de Perse, en particulier, ont permis d'obtenir un fourrage qui, pressé en balle, a une relation nutritive de 1 : 3,2, la luzerne en balle ayant, dans des conditions analogues de culture, une relation de 1 : 3,5.

La culture de la luzerne ne vient qu'après la culture du trèfle (annuelle) effectuée pendant deux ou trois années; le terrain se trouve alors enrichi, ameubli par les façons culturales, et la luzerne, plante somme toute exigeante — on semble trop l'oublier — peut ensuite être introduite dans l'assolement.

Si l'on arrive en outre à fournir aux plantes une eau d'irrigation assez abondante, on arrivera ainsi à effectuer jusqu'à six coupes de trèfle avant juillet, le semis ayant été effectué au début de septembre de l'année précédente.

Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que, dans les régions méditerranéennes du nord de l'Afrique et de l'Asie, la croissance des plantes se poursuit activement pendant la période hivernale, qui est comparable à un printemps chaud et humide fortement ensoleillé, toutes conditions non réalisées sous nos climats brumeux de France, le littoral du Midi excepté. Il n'est donc pas surprenant qu'à l'époque où, dans nos campagnes, nous commençons « les foins », cette récolte est entièrement enlevée, jusqu'à la sixième coupe, dans les Indes; et, on ne saurait trop le faire remarquer, dans les régions chaudes, on doit faire des réserves de fourrage pour

1. A. Howard et G. L. C. Howard, in *The Agricultural Journal of India*, Calcutta, 1917.

l'été, à l'inverse de ce qui a lieu dans l'Europe tempérée — en France — où l'on récolte l'été en vue de la saison d'hiver[1].

Des expériences d'alimentation ont été effectuées sur des chevaux de l'armée anglaise, à Quetta, et les conclusions de ces essais, poursuivis sur un grand nombre d'animaux, de mulets de travail, sont tout à fait favorables.

En définitive, la culture des légumineuses procure ce triple avantage — très anciennement connu d'ailleurs — d'enrichir gratuitement le sol en azote, de produire un fourrage extrêmement nutritif, de rendre possible l'obtention de récoltes ultérieures plus abondantes que par le passé avec une quantité d'eau plus faible que celle nécessaire en terrain pauvre.

Ce qui nous a frappé, c'est de voir avec quelle largeur de vue les données les mieux établies de l'alimentation animale sont utilisées pour servir de base au relèvement agricole de tout un vaste territoire. De l'étude attentive d'une ration alimentaire on déduit un plan général de culture et on tend à le faire appliquer à une région entière. A l'heure où les questions de production d'aliments carnés préoccupent si vivement les Gouvernements, on ne peut que souhaiter de voir les études déjà commencées en France sur ces divers sujets rapidement encouragées.

M. Rigotard,
Ingénieur agronome.

§ 4. — Physiologie

Le rôle des plaquettes sanguines dans l'immunité naturelle. — M. Govaerts a montré[2] que, si l'on injecte dans la circulation du lapin, du cobaye ou du chien des émulsions microbiennes, les plaquettes sanguines s'accolent immédiatement aux microbes et les englobent dans les amas qu'elles forment en s'agglutinant entre elles. Les amas ainsi formés dans le sang circulant sont retenus dans les capillaires, où l'on observe la phagocytose des microbes.

Les plaquettes interviennent-elles de la même manière dans l'élimination de globules étrangers ou de particules inertes injectées dans la circulation? De nouvelles expériences du même auteur, communiquées récemment à la Société belge de Biologie, semblent ne laisser aucun doute à cet égard[3].

Lorsqu'on inocule au cobaye des globules sanguins de canard en suspension dans la solution physiologique, ils sont d'abord isolés et uniformément répartis. Puis ils s'agglutinent entre eux et de nombreuses plaquettes s'attachent à leur surface, réunissant les uns aux autres les globules agglutinés. Ainsi se constituent dans le sang des amas de globules et de plaquettes, qui sont retenus dans les capillaires et éliminés de la circulation. On les retrouve aisément dans les frottis de pulpe hépatique. Les plaquettes se comportent de la même manière après l'injection au cobaye d'hématies humaines lavées.

Des images très analogues s'observent après l'injection de particules inertes, comme un mélange à parties égales d'encre de Chine et de solution physiologique. Chez le cobaye et le lapin, les plaquettes sanguines s'accolent aux particules de charbon de l'encre de Chine, en les englobant dans un amas qu'elles forment entre elles. Le phénomène est plus rapide et plus prononcé chez le lapin, où le plasma possède déjà une action agglutinante forte pour les particules de l'encre.

De ces faits, M. Govaerts se croit autorisé à conclure que les plaquettes exercent une fonction antixénique générale; elles s'accolent aux corps étrangers introduits dans la circulation : microbes, globules étrangers, particules inertes. Leur rôle est à rapprocher de celui des phagocytes, mais leur action est plus rapide, car elle se produit dans le sang circulant, tandis que la phagocytose s'exerce dans les capillaires. Les plaquettes sanguines constitueraient donc la première barrière d'éléments figurés qui s'oppose aux corps étrangers introduits dans la circulation.

1. M. le vétérinaire major Monod, chef du Service de l'Elevage au Maroc, ne cesse d'insister sur ces questions d'importance primordiale aux Colonies.

2. *C. r. Soc. Biol.*, t. LXXXI, n° 2; 1918. — *La Presse médicale*, 25 nov. 1918.

3. *C. r. Soc. Biol.*, t. LXXXII, n° 23, p. 927; 1919.

§ 5. — Sciences médicales

L'agent pathogène de la fièvre jaune. — On se rappelle que la Commission de la Fièvre jaune, composée des médecins Reed, Carroll, Lazear et Agramonte, a montré en 1900 que cette maladie était transmise par un moustique, le *Stegomyia fasciata*. Peu après, Carroll reproduisait la maladie par injection sous-cutanée du sang dilué d'un malade, après passage au travers d'un filtre Berkefeld neuf et stérilisé. Le virus appartenait donc à la catégorie des micro-organismes filtrants, et jusqu'à présent il n'avait pu être isolé malgré de nombreuses tentatives. Or le Dr Noguchi, de l'Institut Rockefeller, vient d'annoncer[1] que l'agent de la fièvre jaune est un spirochète, très analogue au point de vue morphologique à celui qui cause la spirochétose ictéro-hémorragique.

Le Dr Noguchi travaillait depuis l'année dernière, avec la Commission de la Fièvre jaune de l'Office international d'Hygiène, à Guyaquil (Equateur), ville qui constitue le dernier centre endémique de la maladie.

Dans un premier mémoire sur les symptômes et la pathologie de la fièvre jaune, basé sur l'analyse de 172 cas, l'auteur montre d'abord que l'endémie de Guyaquil est cliniquement et pathologiquement identique à la fièvre jaune, endémique ou épidémique, décrite partout ailleurs par les observateurs.

Un second mémoire est consacré à la transmission expérimentale de la maladie aux animaux. Du sang, retiré de la veine basilique médiane de patients à divers stades de la maladie, surtout pendant la première semaine, est injecté avant coagulation dans la cavité péritonéale pour les Mammifères et dans les muscles pectoraux pour les Oiseaux. Neuf espèces de Mammifères et autant d'Oiseaux ont été expérimentées, mais la plupart se sont montrées peu sensibles. Aussi l'auteur a surtout employé le cobaye, qui a donné de si bons résultats entre les mains d'Inada et Ido, dans l'étude de la spirochétose ictéro-hémorragique.

Sur 74 cobayes inoculés, 8, après une période d'incubation de 3 à 6 jours, ont présenté des symptômes et des lésions analogues à ceux de l'homme, et dans le foie, les reins et le sang de ces cobayes on a pu déceler un petit organisme de la famille des Spirochètes. Cet organisme, que l'auteur nomme provisoirement *Leptospira icteroides*, peut être aussi obtenu directement par culture du sang des malades atteints de fièvre jaune. Il est différent, au point de vue immunologique, de l'espèce qui cause la spirochétose ictérohémorragique.

La similitude morphologique entre le *Spirochaeta ictero-hemorragiæ* et le *Leptospira icteroides* peut être mise en relation avec la ressemblance clinique entre la spirochétose ictérohémorragique et la fièvre jaune, sur laquelle Nolf et Firket[2] avaient attiré l'attention l'année dernière. Il est probable que le traitement sérothérapique, déjà employé pour la première maladie, sera applicable aussi pour la seconde. Noguchi n'a encore rien communiqué sur ce point, mais d'autres détails ne sauraient tarder à ce sujet, ainsi que sur bien d'autres questions que soulève sa découverte.

1. *Journ. experim. Med.*, t. XXIX, pp. 547-596; 1919.

2. *Arch. médic. belges*, t. LXXI, p. 380; 1918.

LA VIE ET L'ŒUVRE DE LÉONARD DE VINCI

A PROPOS DU QUATRIÈME CENTENAIRE DE SA MORT [1]

Messieurs, ce que l'on célèbre aujourd'hui de Léonard, ce n'est pas tant le maître artiste jamais dépassé, que l'ampleur et la profondeur de sa science. Depuis des siècles, le monde admire l'auteur de la *Joconde*, de la *Sainte-Anne* et de la *Vierge aux Rochers*. Mais que Léonard ait été un maître remarquable des sciences physiques et mathématiques, un naturaliste, un anatomiste et un physiologiste de premier ordre, bien peu encore le savent, depuis quatre siècles qu'il est mort. C'est une gloire que nous revendiquons pour lui, que nous pouvons seulement aujourd'hui revendiquer; car aujourd'hui seulement nous pouvons dire que le trésor inestimable de ses écrits scientifiques a été enfin recueilli pour la plus grande partie, et tiré des archives et des bibliothèques afin d'être amené à la lumière du jour, et publié avec soin en de très fidèles éditions de grand luxe; il est ainsi offert à notre étude, et nous allons d'émerveillement en émerveillement en constatant les étonnantes inventions que fit le maître dans tous les champs des connaissances humaines, ses anticipations géniales et ses intuitions de découvertes et de vérités hier encore attribuées à des savants bien postérieurs à lui.

Avec la reproduction des derniers feuillets existants au Musée Britannique et au Musée de South Kensington, ainsi que dans d'autres collections de moindre importance, on pourra dire que le recueil du *Corpus Vincianum* sera complété cette année, et on commencera enfin l'impression tant attendue de l'édition nationale.

Ce même destin contraire qui dispersa ou détruisit la majeure partie des œuvres d'art du Maître s'acharna contre les écrits de Léonard que celui-ci, en mourant, confia à son disciple préféré Francesco de' Melzi. A la mort de Melzi, des mains sacrilèges et avides accaparèrent et dispersèrent les feuillets, au nombre de plus de sept mille, dans lesquels Léonard avait, sans ordre et sans artifice de langue, mais avec une «brièveté conclusive», annoté jour par jour, sur son inséparable cahier de papier basin qui lui pendait toujours à la ceinture, les observations et les expériences, les intuitions géniales et les souvenirs personnels, source principale des faits de son existence. Sur ces feuillets, on trouve pêle-mêle le dessin d'un instrument de mécanique et la description minutieuse d'une expérience sur le cœur ou sur les poumons, un conte et une profonde sentence morale, la minute d'une lettre et la reproduction d'une articulation humaine avec les os et les muscles, des figures géométriques compliquées et des calculs mathématiques, des déclinaisons de substantifs et des conjuguaisons de verbes latins en même temps que des dessins de la machine à voler, des suites interminables de mots italiens et des études de perspective et d'optique, des comptes de dépenses et des titres d'ouvrages à prêter ou à réclamer à ses amis.

Ajoutez à cela que Léonard, étant ambidextre de nature, avait accoutumé d'écrire avec la main gauche, à l'envers, et de gauche à droite à la façon des Orientaux, de sorte que ses papiers ne peuvent être lus que sur l'image que l'on en projette dans un miroir : ce qui prend un temps considérable et ne peut se faire sans une grande fatigue; les patients érudits en savent quelque chose, depuis Baldassare Oltrocchi jusqu'à Piumati, et à d'autres plus récents, qui ont photographié, et ensuite interprété et transcrit les feuillets originaux.

Le désordre du texte et la graphie singulière (qui parut tout à fait bizarre) auraient été cependant le moindre obstacle à la reconstitution de la pensée de Vinci, si n'étaient venus ensuite la disjonction des cahiers, la dispersion des feuillets, et finalement l'arbitraire inévitable dans la recomposition de ceux-ci en fascicules et en cahiers, faite par les savants qui les ont recueillis, parmi lesquels méritent d'être mentionnés : Pompeo Leoni, le cardinal Frédéric Borromée, et le comte Galeazzo Arconati. Par conséquent, si l'on veut aujourd'hui suivre la pensée de l'auteur dans sa succession logique et chronologique, on se trouve en face de difficultés quelquefois insurmontables, parce que, ignorant la date de la plus grande partie de ces feuillets, on ne sait laquelle de deux ou de plusieurs observations ou expériences suit ou précède dans le temps.

Il était donc nécessaire, pour que l'œuvre immense et multiple de Léonard pût être pleinement appréciée et rendue publique, pour lui attribuer la priorité de nombreuses découvertes qui lui appartient incontestablement, de même que pour retrouver ce qu'il doit à ses prédécesseurs et à ses contemporains, il était nécessaire, dis-je, de recomposer par ordre de matières

1. Discours prononcé à Naples, le 2 mai 1919.

cette copieuse moisson de notes autographes qui par bonheur sont parvenues jusqu'à nous, malgré la destruction certaine de nombreux feuillets. C'est à ce travail de patiente recherche et de reconstitution peu facile des membres épars de l'œuvre multiforme de Léonard que se sont consacrés aujourd'hui divers savants; Mario Cermenati ne leur faisait pas appel en vain, lorsqu'il les invitait à se réunir autour de cet « Instituto Vinciano », dont la fondation sera officiellement annoncée, après-demain au Capitole, en présence des Souverains par celui-là même qui l'a conçu. Tous ont répondu avec enthousiasme; et lorsque l'œuvre scientifique de Léonard sera complètement recomposée et dignement illustrée d'une série de monographies convenablement imprimées, celle-ci constituera certainement un monument qui ne sera pas inférieur aux œuvres d'art laissées par l'artiste, peu nombreuses, il est vrai, mais parfaites, et épargnées par le temps, destructeur de toutes choses humaines.

Mais si, pour les admirateurs, pour ceux qui étudient avec passion l'homme qui n'a jamais été et ne sera peut-être jamais égalé dans le monde, la difficulté sera grande de reconstituer la figure de Léonard savant, il faut reconnaître à Cermenati le mérite très élevé de cette noble initiative A lui, et aux généreux donateurs qui ont mis leurs puissantes ressources au service de cette œuvre gigantesque, doit aller l'hommage reconnaissant de tous ceux qui sentent encore la supériorité de la pensée créatrice et les droits suprêmes de la science.

Mais si le nombre des écrits de Léonard de Vinci est si grand, et si la valeur en est réellement plus que doublée du fait que, souvent, des observations et des découvertes de premier ordre sont fixées dans les quelques phrases d'un style sculptural ou dans les courtes lignes d'un dessin, comment pourrais-je, dans le temps dont je dispose, exposer, même dans ses grands traits, la vie de Léonard et évoquer sa figure d'artiste et de savant? Seuls, une longue étude et un grand amour peuvent me donner le courage de mener à bien une telle entreprise, ainsi que l'espérance que j'aurai la bienveillance de ceux qui m'écouteront. Ne pouvant être bref, je me couvrirai dès le début par une phrase de Léonard, qui convient remarquablement à mon cas. Il a écrit : « Ceux qui abrègent une œuvre font injure à la connaissance et à l'amour; en effet l'amour que l'on a pour une chose quelconque est issu de la connaissance que l'on a de cette chose, et l'amour est d'autant plus ardent que la connaissance est plus sûre »; et il a ajouté qu'il est « vrai que l'impatience, mère de la sottise, est celle qui loue la brièveté ».

* *

Voici aujourd'hui quatre siècles que Léonard de Vinci « est passé de cette vie à l'autre — comme l'a écrit Francesco Melzi — avec tous les secours de la Sainte Mère l'Eglise et bien préparé ». Ce jour-là, tout autour du château de Cloux, la nature, par lui tant aimée, était en fête. Le regard divin, qui avait plané sur toutes les beautés du monde et pénétré les plus profonds mystères de la création, s'éteignit en contemplant ce paysage de la Touraine qui, avec ses belles rangées de peupliers et les treilles de ses vignes, ressemble tellement aux plaines fertiles de la Lombardie, et duquel émane, « sous un climat doux et sans mollesse, une sérénité singulière ».

La légende, qui nous a été transmise par Vasari, a voulu embellir la mort de Léonard en imaginant que se trouvât ce jour-là à Amboise, « cour galante et un peu clandestine d'un roi viveur », le jeune François Ier, souverain à la fois si humain et si magnifique, à l'intelligence si vive et à l'esprit si pénétrant, auquel nous devons une gratitude profonde pour avoir donné asile au grand vieillard las et douloureux. Léonard, — raconte Vasari, — « par déférence, s'étant rédressé pour s'asseoir sur son lit, faisait le récit de son mal et des accidents de celui-ci, et il montrait cependant combien il avait offensé Dieu et les hommes, n'ayant pas donné à son art ce qu'il aurait dû y donner. Il eut alors une crise, l'avant-coureur de la mort; le roi, se levant, lui prit la tête pour l'aider à le soulager, et l'esprit divin de l'artiste, sachant qu'il ne pouvait trouver confort plus grand, quitta son corps qui était dans les bras de ce roi... ». La présence du Valois près de Léonard mourant a été mise en doute. C'est seulement par Melzi que le roi aurait appris la funèbre nouvelle. En effet, une ordonnance du 2 mai, datée de Saint-Germain, prouverait que le roi, ce jour-là, n'était pas à Amboise. Mais Péladan, qui ne veut pas renoncer au geste si noble du chevaleresque souverain, fait observer que le chancelier datait avec le sceau de l'Etat en quelque lieu qu'il se trouvât, et il ajoute qu'une autre ordonnance du 2 mai prouve que le roi, ce jour-là, n'était pas non plus à Saint-Germain.

Léonard avait écrit : « Celui qui n'estime pas la vie ne la mérite pas. » Personne plus que lui n'avait estimé et aimé la vie, parce que personne plus que lui n'avait, avec une telle ferveur, cherché à en connaître tous les aspects. Mais nul ne

pouvait la quitter avec moins de regret; à qui, sinon à lui, convenait mieux en effet cette maxime que lui-même nous laissa écrite de sa main : « Comme une journée bien employée donne un joyeux dormir, ainsi une vie bien employée donne un joyeux mourir », et cette autre : « ...que cette misérable existence ne nous quitte pas sans laisser de nous quelque souvenir dans la mémoire des mortels ». Et Melzi ajoute : « Chacun se trouva dolent de la perte d'un tel homme, qui n'est plus maintenant au pouvoir de la Nature. » Vasari, d'autre part, nous dit que Léonard, « avec l'éclat de son visage, qui était fort beau, rassérénait les âmes les plus tristes, et le charme de sa parole ralliait les plus obstinés à son opinion ». Et Benvenuto Cellini, qui fut peu après en France, à la cour du même roi, a défini « Lionardo da Vinci », « qui fut peintre et sculpteur, architecte, philosophe et musicien », « un ange incarné »; et il raconte avoir entendu ce roi dire, en présence du cardinal d'Aragon, du cardinal de Lorraine et du roi de Navarre, « qu'il ne croyait pas qu'il y eût eu au monde homme qui sût autant que Léonardo; et il n'était pas aussi grand sculpteur, peintre et architecte, qu'il était grand philosophe ».

*

Il était né en 1452, on ne sait pas bien si ce fut dans une des maisons qui, parmi le vert sombre des sapins et des pins, entourent le clocher et le château de Vinci, près Empoli, dans le Val d'Arno, ou si ce fut à Anchiano. Il était le fruit d'une amourette de jeunesse qu'eut Ser Piero, plus tard notaire de la Seigneurie de Florence, avec une certaine Catherine, qui devint ensuite la femme de Accattabriga di Piero del Vacca da Vinci. Et peut-être ne goûta-t-elle jamais la douceur de caresser la bouche angélique et souriante du divin enfant, ni la blonde tête pensive du jeune homme, « qui, comme dit Vasari, outre la beauté du corps, jamais assez louée, possédait une grâce infinie qui se montrait dans chacun de ses gestes; et sa vertu fut si grande et ainsi faite que, quelque difficiles que fussent les œuvres auxquelles il donnât son esprit, il lui était facile de les rendre parfaites. Il était d'une grande force physique jointe à une extrême adresse (il arrêtait tous les emportements, et avec la main droite, il tordait le fer d'un heurtoir aussi bien qu'un fer à cheval, comme si c'eût été du plomb); son esprit et sa valeur étaient d'une grandeur royale et magnifique; et sa renommée fut si considérable, que non seulement il fut tenu en estime de son temps, mais encore il parvint à la postérité avec un lustre plus éclatant ».

Il passa son adolescence, en partie dans son bourg natal, près de ses grands-parents, Antonio et Monna Lucia, — en partie à Florence, où il fut amené avant 1469, par son père, qui avait entre temps pris pour femme Albiera di Giovanni, de la noble famille florentine des Amadori. A la mort de celle-ci, en 1465, Ser Piero épousa Francesca di Ser Giuliano Lanfredini, qui devint ainsi la seconde belle-mère de Léonard, bien qu'elle fût encore d'un âge très tendre : — elle avait seulement 18 ans, et le jeune homme en avait 13.

D'après les conjectures de Smiraglia, ses premières années furent heureuses, quoiqu'il fût fils « non legiptimo » (illégitime) ou seulement légitimé, comme le prétend Amoretti, peut-être du fait que ses deux belles-mères, étant stériles, se prirent à l'aimer (Albiera en particulier) comme s'il eût été leur propre enfant. Mais il n'en fut peut-être pas de même lorsque deux autres femmes, épousées successivement par le robuste notaire florentin, peuplèrent la maison d'une nombreuse progéniture, et Léonard dut bientôt se trouver mal à l'aise dans la maison paternelle.

Il fréquenta la « Scuola d'Abbaco », et vers l'âge de 18 ans, il fut placé chez Andrea del Verrocchio, orfèvre, sculpteur, graveur, peintre et musicien, qui dans sa jeunesse « avait cultivé les sciences et particulièrement la géométrie ». C'est à lui, selon toute vraisemblance, que Léonard doit ces principes justes que lui-même porta par la suite à un haut degré de perfection, et qui sont encore aujourd'hui la discipline de tout artiste, celle de tout savant.

En se conformant à de tels principes, on ne peut arriver à l'application pratique qu'après avoir passé par la théorie, parce que « ceux qui se mettent en tête de vouloir faire de la pratique sans une science préalable sont comme le nocher qui entre dans sa barque sans timon ni boussole, qui ne sait jamais exactement où il va ». « La science est le capitaine, et la pratique forme l'armée des soldats. » « Etudie d'abord la science, et la pratique vient ensuite, qui naît de toute science. » Il faut se garder de « l'impatience, mère de la sottise »; et si l'on veut « avoir une notion exacte des formes des choses » il faut commencer « par les plus petites parties et ne pas passer à une deuxième, si l'on n'a pas la première dans l'esprit et si on ne la possède pas dans la pratique ». Et « si tu veux faire autrement — il nous en avertit — tu gaspilleras ton temps et tu augmenteras de beaucoup tes efforts. Et je te rappelle — ajoute-t-il — d'apprendre à faire bien avant d'apprendre à faire vite. »

D'aucuns ont trouvé inexplicable que Léonard ait quitté Florence vers la trentième année, pour se rendre à la cour de Ludovic le More. Il est de fait, cependant, que celui-ci s'était adressé à Laurent le Magnifique, lui demandant de lui envoyer un maître excellent dans l'art, et que Laurent lui indiqua Léonard. Quant à moi, je ne crois pas, ainsi que l'affirme Solmi, que Laurent voulut se débarrasser « d'un esprit inquiet mais irréalisateur, clair mais dangereux ». Si Laurent posséda, comme nous le représente Masi, « une nature grandiose, une fantaisie ardente, un esprit universel », il dut avoir une profonde affinité de tempérament avec notre artiste, et certes il en connut le génie si multiple. Dès lors, voulant se rendre agréable à son puissant ami et seigneur de Milan, quoi d'étonnant à ce qu'il lui désignât l'auteur déjà célèbre de la *Tête de Méduse*, du carton d'*Adam et Eve*, de la *Vierge alla Caraffa*, de l'*Adoration des Mages*, et d'autres œuvres aujourd'hui perdues; l'ami et le collaborateur des plus illustres artistes et savants de Florence; le jeune homme beau et fort, en qui frémissaient mille énergies tendues comme des arcs de fine trempe; celui que la nature s'était complue à parfaire comme un miracle de l'espèce humaine? Certes, ce ne fut point l'amour du gain ni l'attrait de libéralités magnifiques qui appelèrent l'artiste à la cour ducale. Il méprisa toujours les richesses acquises par un travail hâtif, il voulut l'œuvre parfaite, qui exige du temps et de la patience, « et la rigueur obstinée », vertu qu'il possédait au plus haut point, lui qui écrivit :

« Je ne m'arrête pas aux obstacles;...
Qui a les yeux fixés sur l'étoile ne se détourne pas »;

et qui se souhaitait à lui-même :

Prima morte che stancherza.

Et s'adressant à ces peintres à la douzaine, qui subordonnent la perfection de l'art aux exigences de la vie et aux désirs inconsidérés des princes, il écrivait : « Et si tu donnes comme excuse que tu as à lutter contre la nécessité, qui ne te laisse pas le temps d'étudier et d'acquérir une véritable noblesse, il ne faut t'en prendre qu'à toi-même; parce que seule la recherche de la vertu est nourriture de l'âme et du corps. Et si tu t'en excuses à tes enfants, à qui tu dois la subsistance, sache qu'ils ont besoin de peu, mais fais en sorte de les nourrir de vertus; car ce sont les seules richesses qui ne nous quittent pas avec la vie. » « Acquiers dans ta jeunesse, écrit-il ailleurs, quelque chose qui répare les ruines de ta vieillesse. Et si tu veux que ta vieillesse se nourrisse de sagesse, emploie-toi à la cultiver pendant ta jeunesse, pour qu'à tes vieux jours ne manque pas cette sustentation. »

Nous savons que Léonard, bien différent en cela de Michel-Ange, n'eut cure d'accumuler les richesses, et que même il fut pauvre; mais il n'eut pas « peur de la pauvreté ».

« Eh! ne me tiens pas pour vil, parce que je suis pauvre, s'écrie le Sage; — pauvre est celui qui désire beaucoup. Où me reposerai-je? Tu le sauras bientôt. »

« Mains où tombent ducats et pierres précieuses ne se lassent jamais de servir; mais un tel service est seulement pour son utilité, et ne convient pas à ce que nous nous proposons; nature ainsi me dispose. »

En vérité, on pense invinciblement à Pontano, quand il répondait au roi Ferdinand : « Ma pauvreté suffit à me défendre », et à l'envoyé de Charles VIII qui lui offrait une magistrature : *Egere nolo, opulentus esse recuso.*

Sur une page de ses manuscrits, l'on voit dessinés, sur une même ligne horizontale, sept carrés, quatre droits et trois incurvés l'un sur l'autre; et, au-dessus, en manière de légende, il y a écrit : « L'un chasse l'autre. Ces carrés figurent la vie et les études de l'homme. » A quoi bon ambitionner richesse et honneurs? Il a vu les grands de la terre se dresser superbes et puissants, puis s'écrouler dans la poussière. Tout passe, tout périt, excepté l'œuvre de science et d'art. « L'âge qui passe s'enfuit furtivement et trompe les autres, et rien ne va plus vite que les années... » « La beauté mortelle passe, la beauté de l'art ne passe pas. »

Celui qui a atteint les sommets de la sagesse ne put donc préférer la cour ducale de Milan à la Florence des Médicis par ambition ou amour du lucre. Tout autres furent les motifs qui le détournèrent des rives de l'Arno.

A Florence, on connaissait son humble origine, bien que ce fût l'époque où les fils illégitimes pullulaient autour des princes, des papes et des cardinaux. Florence était la cité merveilleuse, dont Guicciardini écrivait qu'elle avait « un empire qui ne pouvait nourrir tous ses citoyens », et où il était nécessaire que « la minorité ayant son content, les autres n'y eussent pas leur part ». Florence faisait, comme écrit Vasari, « de ses artistes ce que le temps fait des choses : une fois faits, elle les défaisait, et les consumait peu à peu ». Léonard fut attiré à Milan par le mirage de plus vastes horizons, d'une cour plus libérale, et d'un seigneur sous la protection duquel il lui serait possible de se consacrer à ses travaux préférés; là il ne serait plus obligé à trop sacrifier

aux exigences de ses contemporains, qui ne comprenaient pas sa passion pour la science et lui demandaient sans cesse des œuvres d'art. Léonard quitta Florence pour Milan, où il savait rencontrer, non pas des artistes rivaux et des ennemis implacables, comme l'irascible Michel-Ange, mais des savants tels que Cardano le père, les Marliani, Giambattista Della Torre, et d'autres, dont il n'attendit pas en vain aide et conseil pour l'œuvre scientifique à laquelle il s'était déjà consacré avec ardeur.

Selon moi, c'est dans ces considérations qu'il faut chercher les motifs de son exil volontaire. Mais un autre motif doit être pris en considération. Florence était, à cette époque, non seulement le plus grand centre de la vie artistique en Italie, mais aussi la terre classique des humanistes. Or Léonard nourrissait à l'égard de ces derniers une antipathie invincible, comme il appert de nombreux passages de ses manuscrits. Et peut-être cette antipathie était-elle réciproque. Léonard, qui se définit « élève de l'expérience » et interprète des faits naturels, méprisait ces gens, dont la renommée reposait seulement sur la connaissance des langues anciennes, et qui n'avaient d'autre mérite que de savoir traduire en latin les vieux textes arabes, hébreux et grecs. De leur côté, les humanistes ne pouvaient avoir grande considération pour « un homme qui n'avait pas de lettres », ainsi qu'il se définit lui-même, un homme qui ignorait le grec, et entendait médiocrement le latin, qui s'exerçait comme un écolier à décliner les substantifs et à conjuguer les verbes dans la langue d'Horace. Nous n'avons pas les preuves de l'aversion que pouvaient nourrir les humanistes à l'égard de Léonard : ils l'ignoraient tout simplement; on ne trouve pas trace de son nom dans leurs écrits. Mais le mépris de Léonard à leur endroit apparaît à chaque page de ses ouvrages. Ecoutez plutôt!

« Beaucoup croiront raisonnablement trouver matière à me tancer, en affirmant que les preuves que j'avance font échec à l'autorité de quelques hommes qui, aux yeux de cette foule ignorante, ont un très grand mérite; ils ne tiennent pas compte de ce que mes œuvres sont nées de la simple et pure expérience, qui est le véritable maître. »

Léonard oppose souvent son œuvre à celle des imitateurs des Anciens, de ceux « qui n'étudient que les auteurs, et non les œuvres de nature » et qui, de ce fait, « sont, par leur art, non les fils, mais les petits-fils de cette nature, mère des bons auteurs »; et il se justifie de ne pas suivre servilement les Anciens, mais de proclamer bien haut « la vérité seule... fille du temps », même s'il doit être en désaccord avec ces mêmes Anciens. « Je découvre aux hommes l'origine de leur première et peut-être de leur deuxième raison d'être », affirme-t-il avec fierté. Il est vrai qu'il ne sait pas « citer les auteurs », mais il « fait quelque chose de plus digne d'être lu : il cite l'expérience, maître de leurs maîtres ». Voici comment il décrit les humanistes : « Ils vont, tout pompeux et gonflés d'aise, vêtus et ornés, non de leurs propres labeurs, mais de ceux des autres, et ils ne veulent pas m'accorder à moi-même le poids de mes propres travaux; mais s'ils me méprisent, moi qui suis un esprit inventeur, combien plus pourraient-ils être tenus en blâme, eux qui ne créent rien, mais se contentent de claironner et de réciter les œuvres des autres. »

Ces railleries, Léonard ne les a jamais publiées sous forme imprimée, car son œuvre, dans son intégralité, est restée inédite jusque dans ces dernières années; mais il ne se fit probablement pas faute d'en faire part à ses amis, par l'entremise desquels ces satires devaient arriver aux doctes réunions des humanistes : réunions qui étaient fréquentes, et se tenaient généralement au couvent du Saint-Esprit, sous les auspices de Marsigli, dans celui des Agnoli, sous les auspices d'Ambrogio Traversari, dans la boutique de Vespasiano da Bisticci, et enfin dans celle de Burchiello.

Nous retrouvons encore dans d'autres pages de Léonard les manifestations de cette attitude d'esprit hostile aux érudits de son temps :

« Ils diront, s'écrie-t-il, que parce que je n'ai pas de lettres, je ne peux bien exprimer ce dont je veux parler. Or ils ne savent pas que mes œuvres doivent plus à l'expérience qu'aux écrits des autres : à l'expérience, qui a été la nourrice de tous ceux qui ont écrit des choses justes; et je la prends ainsi pour nourrice, et c'est elle que je citerai dans tous les cas. » Et ailleurs, dans une période merveilleuse, dont devraient bien faire leur profit ceux qui affirment que notre langue se prête mal à l'expression des idées scientifiques, il ajoute :

« Je possède un si grand nombre de mots dans ma langue maternelle que je dois plutôt regretter ne pas bien entendre les choses, que me plaindre de l'insuffisance de mots propres à bien exprimer les conceptions de mon esprit. » Et de fait, Léonard de Vinci non seulement a été loué comme écrivain puissant dans ces pages, qu'il a le plus soigneusement corrigées, mais encore il faut le considérer comme le précurseur de Galilée dans la création du langage scientifique moderne.

***

« Eminent philosophe », l'avait défini le roi de France, à ce que nous raconte Cellini. Mais « philosophe », à cette époque, voulait dire celui qui cultivait les sciences naturelles, en tant qu'elles forment un corps de doctrine et un champ de recherches entièrement distinctes à la fois des belles-lettres et des arts ; non pas ce que l'on entend généralement aujourd'hui par « philosophe », c'est-à-dire celui qui étudie les problèmes les plus élevés de l'esprit.

Quoique Höffding soit le premier qui ait fait paraître le nom de Vinci dans une « Histoire de la Philosophie moderne », ce dernier ne fut pas un philosophe dans le sens moderne du mot. On trouve dans ses œuvres quelques courtes notations de psychologie, très élémentaires, comme celles-ci :

« La définition de l'esprit est la suivante : une puissance unie au corps, parce que celui-ci ne peut se soutenir par soi-même, ni prendre aucune sorte de mouvement local, etc. »

« Toute connaissance vient des sensations. »

« Connaître et vouloir sont deux opérations de l'esprit humain. »

Il cite çà et là les noms des philosophes anciens (Anaxagore, Aristote, etc.). Mais nous ne devons pas nous laisser induire en erreur par ces apparences : comme l'a écrit Benedetto Croce, « Léonard fut étranger à la compagnie de Socrate et de Platon, d'Aristote et de Plotin, de saint Augustin et de saint Thomas d'Aquin ; il avait d'autres intérêts, une autre âme, une autre physionomie, une autre conversation. Il est entièrement tourné vers les calculs et vers l'observation : c'est vers l'observation et vers les calculs qu'il épanche tout son enthousiasme ». Ce serait lui faire tort, cependant, que de lui refuser l'aptitude même à la spéculation philosophique, du seul fait qu'il donne le conseil de ne pas se mêler de « ces choses que l'esprit humain ne peut embrasser et qui ne peuvent se démontrer par aucun exemple pris dans la nature ».

En premier lieu, ce n'est pas contre les philosophes qu'il lance ses invectives les plus acerbes ; et ce ne peut être parce que la véritable spéculation métaphysique avait, à cette époque, à peine fait son apparition avec Nicolò Cusano. Il prend à partie surtout les astrologues et les alchimistes, les nécromanciens, les sorciers, les interprètes des songes et des miracles, les imposteurs de toute espèce, qui infestaient alors l'Europe. Pétrarque avait rompu contre eux les premières lances, et plus tard, et surtout, ce fut Cusano qui, comme dit F. Fiorentino, « attaqua ces superstitions à la racine ».

En second lieu, Vinci savait que le regard de l'homme n'avait pas encore osé aller au delà de la simple surface des objets et des phénomènes naturels, et que « la nature est pleine de problèmes infinis, qui n'ont jamais été approfondis par l'expérience ». Ce qui lui arrache ce cri : « Or constate, lecteur, comment nous pouvons nous fier à nos anciens, qui ont voulu définir ce qu'est l'âme et ce qu'est la vie, tandis que ce qui peut à tout moment clairement se connaître et se prouver par l'expérience a été pendant tant de siècles ignoré ou fut l'objet de fausses croyances. »

S'il en est ainsi, comment peut-il s'attarder à « l'essence de Dieu et de l'âme et semblables sujets, sur lesquels on discute et on argumente toujours » ? Comment peut-il s'intéresser à la définition de la « quiddité des éléments », si cette définition est « hors de portée de l'homme, tandis que (seulement) une grande partie des effets en sont connus » ? Comment peut-il mettre de côté, ne fût-ce que pour un moment, l'expérience « qui ne trompe jamais », l'expérience qui est « l'interprète entre la nature pleine d'artifices et le genre humain », qui « nous enseigne ce que la nature parmi les mortels opère, contrainte par la nécessité », — comment, dis-je, peut-il mettre de côté l'expérience pour suivre « les préceptes de ces spéculateurs dont les raisons ne sont pas confirmées par l'expérience », pour s'adonner « aux mensongères sciences psychiques » (l'astrologie, l'alchimie, la nécromancie) dont « l'origine, le moyen et la fin ne passent par aucun des cinq sens » ?

Il constate qu'on ne possède encore « la connaissance complète d'un seul détail du corps humain », et il raille justement ceux qui « veulent embrasser l'esprit de Dieu, dans lequel l'univers est compris, pesant cet esprit avec la plus grande précision, et le partageant en petits morceaux, comme s'ils l'avaient disséqué ».

Il n'est pas vrai que « si les philosophes célèbrent la puissance de l'esprit, lui (Léonard) célèbre celle des cinq sens » ; ni que « ce qu'il adore vraiment, ce n'est pas l'esprit, mais l'œil... ». Vinci célèbre l'œil parce que « on l'appelle la fenêtre de l'âme » ; mais il célèbre aussi l'esprit, qu'il définit « une puissance unie au corps », et dont il affirme la suprématie dans l'univers, disant que « notre corps est soumis au ciel, et le ciel est soumis à l'esprit » ; il célèbre l'âme qui, pour lui, est « composée d'harmonie » et qui « ne peut jamais se corrompre dans la corruption du corps » ; il célèbre la vie et Dieu,

qu'il appelle, comme les philosophes anciens, le « premier Moteur »; il célèbre les sens, mais aussi, et surtout, la raison et la vertu. « Les sens sont de la terre; la raison, dans ses spéculations, est en dehors des sens. » Il est vrai que « chacune de nos connaissances procède des sensations »; mais il ajoute tout de suite que « l'idée, c'est-à-dire l'imaginative, est le timon et la bride des sens ».

Dieu, l'âme, la vie! Problèmes insolubles, « choses qu'on ne peut prouver », énigmes de l'univers : c'est ainsi qu'il les définit. Mais, dans de telles paroles, il n'apparaît rien d'irrévérent touchant les grandes choses de l'esprit.

Il fut étranger aux pratiques religieuses; probablement était-il choqué par l'existence licencieuse que l'on menait à la cour des Papes — il suffit de rappeler les plaisanteries grivoises que l'on racontait au « Bugiale » dont parle Poggio Fiorentino — et le libertinage des religieux et des frères.

Mais, pas plus qu'il ne fut hostile à la philosophie, Léonard de Vinci n'était un athée. Il laissa de côté les plus grands problèmes de l'esprit, pour s'occuper des problèmes de la nature, convaincu qu'il était qu'il faut approfondir d'abord ces derniers, les plus simples, pour passer ensuite aux plus complexes. Il fit le contraire de ce qu'avaient pratiqué les philosophes de l'Antiquité; et, en ce faisant, il se révéla le premier penseur moderne.

Müntz lui reproche de n'avoir pas montré d'intérêt pour les questions sociales et morales.

Il n'eut pas, c'est vrai, d'opinion politique, il ne fut l'homme d'aucun parti; c'est en général l'attitude de ceux qui consacrent toute leur vie à la science; mais ce fut un passionné de la liberté, comme il ressort de la lecture d'une de ses fables, que je regrette de ne pouvoir citer.

Non seulement son âme noble et sa vie irréprochable le gardèrent pur dans un siècle immoral et licencieux; mais il fut encore, suivant en cela l'esprit de son temps, un profond moraliste, ainsi qu'en font foi les très nombreuses sentences morales dont ses écrits sont semés. « L'humanisme latin n'a pas franchi les frontières de la philosophie morale », a dit F. Fiorentino. Mais entre les deux courants : celui de Valla, qui pour ainsi dire « épicurisa » le christianisme et révéla des similitudes imprévues entre la morale chrétienne et l'épicurisme, et celui de Pontano, qui, pour le caractère moral, différait profondément de ses contemporains, Léonard tenait de ce dernier. « Celui qui ne refrène pas son plaisir, — écrivait-il, — que celui-là aille faire compagnie aux bêtes. »

En de nombreux passages il exalte la vertu, qui « est notre véritable bien, et la véritable récompense de celui qui la possède »; il tance et condamne le vice, l'avarice, le vol, le mensonge, et s'irrite contre ceux qui détruisent cette « merveilleuse œuvre d'art » qu'est le corps humain, où l'âme a son siège.

***

En 1483, Léonard de Vinci est donc à Milan.

La période de 16 années (de 1483 à 1499) passées à la cour de Ludovic le More marque la maturité de son caractère.

L'artiste touche au sommet de la perfection avec la *Cène*, la *statue de Sforza*, la *Vierge aux Rochers*, les exquis portraits des deux maîtresses de Ludovic le More, Cecilia Gallerani (à l'Ambrosiana, Milan) et Lucrezia Crivelli (la *Belle Ferronnière*, du Louvre), et celui de la *Dame au furet*, du musée Czartoryscki. Le savant, qui, dans la fameuse lettre de présentation, s'était ouvert de ses « secrets », c'est-à-dire du fruit de ses longues veilles florentines, trouve à Milan un champ différent et plus vaste pour son infatigable activité.

Tout de suite il coopère à des travaux pour le château de Porta Giovia, pour la Cathédrale, et à diverses entreprises civiles et militaires; il étudie la mécanique et la perspective, qu'il définit « la recherche et l'invention la plus ingénieuse des sciences mathématiques »; il fait des travaux d'anatomie sur les hommes et sur les chevaux; il explore les vallées et les montagnes de la Lombardie et de l'Emilie, pénètre dans les cavernes, rassemble des coquilles fossiles et définit, avant Bernard Palissy, l'origine et la nature des fossiles, que la science égyptienne avait déjà devinée d'autre part. Quoique la science ne pût pas le prendre tout entier, et qu'il dût encore faire de nombreuses concessions à l'art et aux seigneurs dont il était l'hôte, il ne cessa cependant pas d'accumuler de nouvelles observations pour ses *Traités*, parmi lesquels il suffira de rappeler : *Delle acque*, *De Vocie*, *Di luce et ombra*, *Di proporzioni e anatomia dell'uomo e del cavallo*, *Del moto locale e delle percussioni e pesi e delle forze tutte cioè pesi accidentali*, *Della Pittura*.

Mais nous arrivons à 1499, l'année fatale, qui, avec la chute de Ludovic le More, marque, pour notre artiste, le commencement de la vie errante. Avec son ami Luca Pacioli, et non sans regrets, il abandonne cette magnifique cour ducale, où il semblait que se fussent donné rendez-vous l'art et la science, la grâce et la magnificence; et il se rend à Venise, en passant par Mantoue, où il fait un court séjour, et où il est, sur le désir de

celle-ci, l'hôte de la noble et cultivée marquise Isabelle, dont il dessine le portrait qu'on admire au Louvre.

Les seigneurs de la Sérénissime République, qui, semble-t-il, craignaient à ce moment-là une incursion, par la terre ferme, des Turcs appelés, à son grand dam, par Ludovic le More, chargèrent Vinci d'étudier la frontière vénéto-istrienne pour la mettre en état de défense. Il se rend sur les lieux, interroge les paysans, étudie la nature du « fleuve Isonzio » (*sic*) et le pont entre Gradisca et Gorizia, — ce « funeste *Pons Sontii* » qui, comme l'a rappelé récemment le sénateur Lanciani, « servit de lieu de passage aux barbares d'Alaric et de Vitige, aux féroces Longobards et enfin aux Turcs, pendant le xve siècle » — et il rédige le brouillon de sa relation dans laquelle il raconte comment « on ne peut faire sur ce fleuve de défenses qui ne soient finalement détruites et emportées » par la force du courant, sans oublier « de rappeler » — ce que n'ont pas fait nos soldats dans la fatale semaine de Caporetto — « qu'une poignée d'hommes, avec l'aide de ce fleuve, vaut autant qu'une grande armée ».

A son départ de Venise, il se rendit à Florence, qui ne manqua pas de faire un accueil digne de lui à son grand fils égaré. Du jour au lendemain il y eut foule autour de lui pour lui demander, ou, comme les frères de' Servi, un retable pour l'autel principal de l'église de la S. Annunziata, ou, comme la marquise Isabelle, « au moins un petit tableau de la Madone, doux et dévot comme il est conforme à sa nature », et une « autre esquisse de son portrait ». Mais Léonard a autre chose en tête : il s'informe du « flux et du reflux de la mer du Pont » pour l'étude sur les marées, de Bartolommeo Turco; il se fait démontrer par son ami Paciolo « la multiplication des racines », et par « son maître d'arithmétique la réduction d'un cercle au carré » ; il se consacre de nouveau à ses études favorites sur la canalisation de l'Arno; et il propose « d'élever le temple de San Giovanni di Fiorenza, et y soumettre les escaliers », pour pouvoir le transporter ailleurs. En somme, répond le bon frère carmélite à la marquise Isabelle, « pour ce qui me touche, la vie de Léonard est fort variée et indéterminée... Il travaille vigoureusement la géométrie, et a très peu de goût pour la peinture ». « Il n'a fait, depuis qu'il est à Florence, qu'une ébauche sur carton... Autre il n'a fait, sinon que deux de ses élèves font des portraits et qu'il y met quelquefois la main. » Le carton auquel fait allusion le frère de Nuvolaria n'était rien de moins que le fameux carton de Sainte-Anne, duquel Vasari, nous transmettant la tradition encore toute fraîche de son temps, dit que dans la chambre où il fut exposé « il y eut pendant deux jours un défilé d'hommes et de femmes qui venaient le voir, jeunes et vieux, comme cela se passe dans les fêtes solennelles, pour voir les merveilles de Léonard, qui firent l'étonnement de tout ce monde ».

« Ce point douteux — écrivait Vinci, peut-être à la même époque, à propos d'un problème fonctionnel du cœur — est subtil et difficile à prouver et à éclairer. » Or, de pareilles incertitudes, qui lui faisaient négliger un grand nombre de commandes reçues et exécuter lentement les quelques-unes qu'il avait acceptées, devenaient plus fréquentes au fur et à mesure que les années avançaient et que s'affinait son esprit chercheur; et cela non seulement dans le domaine de la science, mais aussi dans celui de l'art : ce qui explique les jugements de Vasari et de Serlio. « On voit bien — écrit le premier, en exagérant un tant soit peu — que Léonard, pour l'intelligence de son art, a commencé beaucoup de choses, et en a fini très peu, car il lui paraissait que la main ne pouvait atteindre à la perfection de l'art, dans les choses qu'il s'imaginait... » Et le second est du même avis, lorsqu'il rapporte que le même Léonard, quand on lui demandait comment il était possible « qu'il eût achevé si peu de choses », « alléguait cette raison que, quelques efforts qu'il fît, il ne lui était jamais donné d'atteindre le but qu'il voyait briller dans son esprit ». Quel étrange sorte d'homme! Evidemment il ne craignait pas que pût se vérifier en lui la maxime qu'il avait lui-même écrite : que « la perfection du savoir » sera « la cause de la sottise » !

Cependant à cette seconde période de sa vie appartiennent aussi le grand carton de la *Bataille d'Anghiari* et le portrait de la *Joconde;* les services rendus à César Borgia en qualité d'ingénieur militaire, et les voyages à Piombino, Sienne, Imola, et Urbino ; les travaux de la forteresse de Cesena et du port de Cesenatico; et, ce qui est le plus digne de mention, les études sur le vol des oiseaux, et les nombreux essais de construction d'une machine à voler, essais basés sur le principe du plus *lourd que l'air*, qui a triomphé plus tard dans l'aéroplane moderne. Enflammé par l'idée du grandiose projet, Léonard voit déjà, du sommet du mont Ceceri, « s'envoler l'oiseau fameux, qui emplira le monde de sa renommée » et « frappera l'univers d'étonnement », donnant « une gloire éternelle au nid où il est né ». Les contemporains traitèrent de folies ces tentatives. En fait, elles restèrent stériles pendant quatre siècles; cependant elles engendrèrent, accessoirement, l'invention du parachute, redécouvert

presque un siècle après par Fausto Venanzio ; elles indiquèrent la mesure de l'effort que l'on peut exercer en battant l'air avec des palettes de dimensions déterminées, et finalement, elles donnèrent cette « merveille de valeur inestimable », selon la définition de Favaro, « restée pendant trois siècles enterrée dans les manuscrits de Vinci » et qui est l'invention du propulseur à hélice. Mais il ne faut plus s'étonner de l'opinion qu'avaient les hommes du XVIe siècle, lorsqu'on voit un Gilberto Govi, faisant allusion en 1872 à ces études, plaindre Léonard en disant : « même les plus grands esprits, trompés peut-être par quelque idée fausse, ou escomptant trop de leurs nombreux triomphes, vont courir après des chimères, et y consacrent, pour un profit très mince, une part précieuse de leur énergie intellectuelle ». Certes, il ne répéterait pas aujourd'hui le même jugement, et il serait obligé de constater combien le métier de prophète est périlleux dans le domaine de la science, lorsqu'on se laisse envahir par « l'esprit de négation ».

Mais la grande entreprise de la *Bataille d'Anghiari*, nous dit Giovio, dont l'exécution avait été commencée « avec une grandeur incomparable » sur un mur de la Salle du Conseil du Palais Vieux, « eut un sort malheureux par suite d'un défaut du crépi, qui ne soutenait pas les couleurs délayées dans l'huile, quoiqu'on eût mis grand soin à les appliquer ». L'immense désillusion atteignit si profondément Léonard qu'elle le poussa de nouveau sur le chemin de Milan, où Charles d'Amboise avait pris le gouvernement du duché au nom du roi de France. Mais là d'autres épreuves l'attendaient : le procès avec ses frères pour recouvrer sa part de l'héritage laissé par un oncle paternel : la question des douze onces d'eau du Naviglio, qui lui avaient été déjà accordées par le roi, mais que les magistrats de la Chambre et quelques citoyens lui refusaient maintenant ; et finalement, et surtout, le spectacle de l'Italie toujours et partout parcourue par des armées étrangères.

Malgré toutes ces tristesses et toutes ces douleurs, aggravées par la misère qui frappe à sa porte, Léonard de Vinci, entre 1507 et 1513, seconde période de sa vie à Milan, trouve encore le temps et la force de peindre la *Madonna Litta*, la *Sainte-Famille*, le *Bacchus*, et la *Vierge à la Balance* et il continue ses études d'optique et d'acoustique, en écrivant son grand traité de cosmologie : *Di mondo ed acque* et en composant ses ouvrages : *Dei moti ondosi* et *Di figura umana;* enfin il dresse les plans destinés à rendre navigable le canal de la Martesana, depuis Milan jusqu'au lac de Côme.

Mais il a perdu la paix de l'âme. Déjà Ferdinand d'Espagne, le pape Jules et les Vénitiens s'unissent pour chasser les Français, et l'Italie est de nouveau, est toujours en guerre. Pourtant, tandis qu'une lumière s'éteint à Milan, une autre commence à briller dans le ciel de Rome : Léon X est monté sur le siège pontifical. Tous les artistes accourent vers l'astre nouveau, et dans le cœur du grand Solitaire fleurit de nouveau l'espoir d'un asile propice au travail fécond.

Il quitte Milan, en compagnie de Melzi et de Salai, vers la fin de septembre 1513, et se rend à Rome, où Julien de Médicis, son ami et son protecteur, lui attribue, au Belvédère, une demeure vaste et commode, pour s'y installer avec ses disciples. C'est là que l'artiste exécute pour Julien le portrait d'une favorite florentine de ce dernier, et qu'il peint la fameuse *Léda*, détruite peut-être plus tard par quelque fanatique religieux. Entre temps il s'informe de l'endroit « où se trouvent les coquillages fossiles de Monte Mario », ces coquillages dont il dit avoir vu « un grand nombre surtout dans le Mont de la Verna » ; il commence des expériences sur la « transmission du son dans l'eau » en se servant peut-être des fossés du Château Saint-Ange, et il dissèque des cadavres à l'hôpital du Saint-Esprit. Cette passion pour l'anatomie, cependant, lui fut fatale. L'Allemand Giovanni delli Specchi l'accuse auprès du pape de pratiques mystérieuses « pendant les heures nocturnes » à l'hôpital. Son autre aide, Giorgio, allemand lui aussi, irrite Vinci par sa duplicité, travaillant pour les autres, tout en recevant de son maître « un traitement ». Le même Léon X est mécontent, parce que, ayant commandé à Léonard une peinture murale pour Sant'Onofrio, celui-ci « commence à distiller les huiles et les herbes pour faire le vernis », pensant « à la fin plutôt qu'au commencement de l'œuvre ».

Contrarié dans ses recherches, ayant perdu la sympathie du pape, irrité par ses disciples, Léonard décide de s'enfuir de Rome, n'ayant plus la force de supporter tant d'épreuves à la fois ; et, ayant saisi l'occasion propice d'un voyage de Julien de Médicis, il le suit, vers l'inconnu, déjà vieux et fatigué, mais toujours beau, et vénérable avec sa barbe blanche et sa longue chevelure bouclée.

A Plaisance, il fait probablement des levés du grand champ de bataille de Marignan. De là, par Firenzuola, Borgo San Donnino, Parme, Reggio et Modène, il se rend à Bologne. C'est peut-être dans cette dernière ville que François Ier, le roi vainqueur, qui avait une entrevue avec Léon X, fit à Léonard, incertain du lendemain, l'offre vite acceptée de l'hospitalité royale,

au château de Cloux, avec une pension annuelle de 700 écus d'or.

« O Léonard, pourquoi tant souffrir? » lit-on sur un feuillet de ses cahiers. Mais voici que pointe enfin l'aube sereine, l'avant-coureur du dernier repos. Dans les premiers jours de janvier 1516, Léonard quitte l'Italie pour toujours, et, à la suite du roi, passe en France avec son fidèle Melzi.

Dans cet asile de paix, loin des bruits du monde, dans un silence que Hello qualifierait de « substantiel », aimé du roi, qui s'entretient souvent avec lui et l'appelle du doux nom de père, idolâtré, comme dit Michelet, de cette cour encore un peu barbare, qui abandonne la mode du pays pour accepter celle des hôtes, qui lui apportent de Florence, de Rome, de Milan — centres de l'humanisme — les esprits nouveaux de la Renaissance italienne, Léonard ne peut pas beaucoup travailler de sa propre main, atteinte qu'elle est d'une « certaine paralysie », ainsi que le rapporte de Beatis. Il peint cependant cette merveille qu'est le *Saint-Jean-Baptiste jeune*, que l'on admire encore à Paris, et que Müntz décrit ainsi : « Une vision, un songe, un visage et un bras en quelque sorte impalpables... », sortant d'une pénombre mystérieuse, « dont les traits sont si doux et si délicats, que seul un visage de femme peut les avoir inspirés... ».

Ce fut le chant du cygne!

Peu après, cette vive lumière de pensée s'éteignait, et son esprit avide de la connaissance de toute vérité et capable de toute forme de beauté, s'envolait vers ce royaume, que son Saint-Jean montre du doigt, pour connaître la vérité, la vérité de ces choses que, sur terre, il avait définies improuvables.

*

Il me reste à résumer, avec une « brièveté conclusive », les traits caractéristiques de l'homme que nous célébrons aujourd'hui, de manière à en faire ressortir la figure extrêmement complexe : tâche ardue et presque impossible.

Un des caractères de l'homme moderne, que Léonard de Vinci posséda au plus haut degré, ce fut la liberté du jugement, l'indépendance vis-à-vis de la tradition, pour laquelle il eut cependant le respect qui lui est dû, l'affranchissement de toute préoccupation théologique et dogmatique. Nous pourrions, avec Favaro, le définir le premier « penseur libre qui, dans l'étude spéculative de la Nature, ne connut et ne voulut ni limites ni chaînes ».

Il sut rester indépendant non seulement des Anciens, mais encore de l'influence des contemporains. Dans un siècle d'érudits et d'humanistes, il « fut homme sans lettres ». Dans un siècle sensuel et mystique, il s'abstint des pratiques religieuses, et fut étranger, non à l'amour, comme on l'a dit — chose absurde à imaginer d'un homme qui fut un des plus beaux et un des plus forts de son temps — mais à toute ostentation de l'amour. Dans un siècle d'artistes, il prit lui aussi les sentiers de l'art, et il devint grand peintre, grand sculpteur, grand musicien et grand architecte ; mais, dès qu'il s'aperçut que l'art ne dépasse pas la superficie des choses, et que, sous la beauté des formes, se cachent les causes rigoureuses, il voulut aussi connaître celles-là, pour justifier son amour des premières. Il s'ensuivit que, s'étant aventuré à rechercher les racines profondes des phénomènes, et les suivant une à une, pour en découvrir non le terme extrême, qu'il sut toujours inaccessible, mais les modes et les lois, comme il tenait de la nature un tempérament d'expérimentateur, il finit par ne pas donner à l'art ce que les artistes du temps jugeaient être convenable, et par se consacrer entièrement à la science.

Non seulement il fut le théoricien parfait de la méthode expérimentale dans les sciences naturelles, tellement que, avec les principes formulés par lui, on pourrait composer un traité excellent de méthodologie scientifique ; mais aussi il fut le premier à mettre cette méthode en action dans la pratique journalière. La tradition de l'expérience ne manquait pas en Italie, depuis les anciens physiologistes de l'Ecole de Crotone jusqu'à Dante, qui l'avait définie « source des rivières de votre art », et de qui l'Académie du Cimento avait pris sa devise : « *Provando e riprovando.* » Mais prêcher l'expérience est une chose ; c'est autre chose de la pratiquer, et d'avoir pleine conscience de sa valeur pour le progrès de la science.

Plus d'un siècle avant Galilée, qui a affirmé que l'Univers était « écrit en langue mathématique », Vinci avait deviné que la proportion existe, non seulement dans les nombres et les mesures, « mais même dans les sons, poids, temps et espaces, et dans toute puissance qui soit » ; qu' « il n'est aucune certitude là où ne se peut appliquer une des sciences mathématiques », concluant : « Que ne me lisent pas dans mes principes ceux qui ne sont pas mathématiciens. » L'esprit géométrique le guida partout, comme l'a remarqué Venturi ; et tout d'abord, il a été capable d'une conception mécanique de l'Univers. N'oublions pas, pourtant, que c'est Léonard qui a écrit ces mots : « Et si le géomètre

réduit toute superficie entourée de lignes à la figure du carré et tout corps à la figure du cube; et si l'arithméticien fait la même chose avec ses racines carrées et cubiques; ces deux sciences n'impliquent que la connaissance de la quantité continue et discontinue, mais elles ne s'occupent pas de la qualité, qui est la beauté des œuvres de la nature et l'ornement du monde. » Quatre siècles plus tard, un autre homme de génie, G. Robert Mayer, écrivait que les Mathématiques ont aussi leurs limites naturelles, et que les qualités ne peuvent se déterminer numériquement comme les quantités.

Une fois que nous avons minutieusement observé les phénomènes naturels, et que nous les avons reproduits artificiellement par l'expérience dans des conditions différentes, il est nécessaire d'appliquer aux résultats, quand la chose est possible, les calculs mathématiques, et d'en déduire des lois qui puissent être exprimées en formules simples. C'est cela que nous autres, hommes de science, nous faisons aujourd'hui; c'est cela que fit Vinci avant tout le monde. C'est pourquoi il mérite d'être à juste titre considéré comme le premier savant moderne.

Il fut un analyste incomparable, mais il fut également, au plus haut point, un génie capable des plus vastes synthèses et d'intuitions qui nous remplissent aujourd'hui d'étonnement.

Il a écrit : « Malheureux est le maître dont l'œuvre dépasse le jugement, et celui-là se hausse à la perfection, dont l'œuvre est dépassée par le jugement. » C'était lui-même que Léonard décrivait en ces termes. En fait, son jugement est au-dessus non seulement de son œuvre, mais même de l'œuvre de son siècle.

Il a encore écrit : « ...Tout l'amour qui est concentré dans une partie manque au tout, parce que sa passion s'est unie tout entière à cette seule chose, abandonnant l'universel pour le particulier ». Et Vinci fut un génie universel. Ceux qui lui nient l'universalité, parce qu'il ne fut ni lettré ni homme de robe, ni poète ni métaphysicien, oublient qu'il ne se soucia guère d'être un humaniste, parce qu'il ne considéra pas la chose utile ou indispensable à ses fins, et qu'il laissa intentionnellement de côté les plus grands problèmes du monde et de l'esprit, car il percevait vivement l'urgence d'explorer la Nature, si négligée avant lui.

Léonard a laissé une empreinte indélébile de son génie dans la Géologie et dans la Paléontologie, dans la Physique et dans la Chimie, dans la Cosmographie et dans la Géographie, dans la Physique terrestre et dans l'Astronomie, dans les Mathématiques pures et appliquées, dans la Mécanique, dans le Génie civil et militaire, dans la Science des marées, dans la Balistique, dans l'Aérostatique et dans l'Hydrostatique, dans l'Optique et dans l'Acoustique, dans le Magnétisme et dans la Thermologie.

Giambattista Venturi, qui, en 1797, fut le premier à révéler une minime partie du trésor de science contenu dans les manuscrits de Léonard, nous a montré comment celui-ci avait étudié : la chute des corps combinée avec la rotation de la Terre; la situation du globe terrestre dans le système solaire, niant que ce globe terrestre fût au centre du monde et affirmant que le Soleil est immobile; l'origine du scintillement des étoiles et des taches lunaires; la nature de la flamme, problème qu'il approfondit, se montrant ainsi précurseur des découvertes de Mayow et de Hook; la théorie du levier oblique et du plan incliné, ainsi que le principe des vitesses virtuelles; la chute des corps sur un plan incliné; les causes qui font varier la quantité d'eau coulant par des ouvertures d'une dimension donnée, et tant d'autres problèmes d'hydraulique; les mouvements tourbillonnants, à propos desquels Vinci dit que tout corps pèse dans la direction de son mouvement, exprimant ainsi le principe d'inertie, qui engendre la force centrifuge dans les mouvements curvilignes; la chambre obscure, avant que Porta ne l'eût découverte; la perspective aérienne et la nature des ombres originales et « dérivatives », ainsi qu'il les appelle, et celle des ombres colorées.

Et comme il ne dédaigne pas d'appliquer son génie divin aux plus petites comme aux plus grandes questions, il inventa une infinité d'appareils, instruments et machines de genres très divers : « depuis le fameux tour à faire les ovales jusqu'à la suspension qui fut plus tard appelée cardanique; depuis le compas à réduction à centre mobile jusqu'à une sonde chirurgicale divaricatrice; depuis un canon à vapeur jusqu'aux tournebroches; depuis la drague jusqu'à la voiture à une seule roue; depuis les appareils de plongeur jusqu'aux ceintures de sûreté pour les nageurs; depuis les dispositifs les plus délicats pour diminuer le frottement aux chaînes des formes les plus variées, depuis les mécanismes à rotation très rapide sans usure ni réchauffement des pivots jusqu'aux petites chaises pliantes à trois pieds; et encore, des instruments à fabriquer des miroirs concaves et convexes, des tarières à creuser les puits, des meules coniques pour les couleurs, des moulins, des pompes et des roues hydrauliques horizontales et verticales, des applications très variées de la vis d'Archimède, des norias, des roues à encoches

et autres appareils pour monter l'eau; des cabestans, des moufles et des grues combinés de la manière la plus minutieuse; des machines à tréfiler et à laminer les métaux, à entailler les limes, à fabriquer des scies et des vis, à raboter, forer, scier des pierres et du bois, à battre l'or, à tisser des rubans et à frapper les monnaies, des ciseaux pour la tonte du drap, des bobines à filer la soie et le lin, des tourets à faire les cordes, des lampes à double courant d'air et ainsi de suite : c'est pourquoi on peut affirmer qu'il n'y a pas d'instrument mécanique auquel il n'ait pensé ou qu'il n'ait pas perfectionné en quelque mesure ». Jusqu'à l'invention des sous-marins il s'était donné; mais il écrit : « Cela, je ne le rends pas public, craignant l'esprit pervers des hommes, qui feraient des assassinats au fond des mers, en frappant et en faisant couler les navires, avec les hommes qu'ils portent. » Nous en savons quelque chose.

Quelques-uns des mécanismes de Léonard semblent avoir été inventés pour améliorer les machines typographiques. Il pensa perfectionner les horloges, il fit l'application du balancier, et il eut l'inspiration de s'aider du pendule.

Il dessina diverses formes de podomètres, d'odomètres, et des instruments pour « cognoistre à quelle vitesse un navire se meut par heure », et il imagina un anémoscope. Il inventa une balance hydrostatique et diverses formes d'hygromètres bien avant Sartorio, et avec un curieux appareil chronométrique, il essaya de déterminer la distance du tonnerre. L'étude assidue « des ombres et des lumières » le conduisit à l'invention du photomètre, et il eut l'audace de « peser la force et de connaître l'effet de la puissance de son propre mouvement ». Il eut assez clairement à l'esprit l'idée d'imbibition et de filtration, de capillarité et de viscosité, de la pression interne dans une goutte d'eau ; l'idée de l'identité de la Terre avec les autres corps célestes, de l'infinie étendue de l'espace et de la pluralité des mondes; et enfin l'idée de l'impossibilité de créer ou de détruire la force (l'énergie) : « la force dans les corps ne peut se créer sans une autre force », écrivit-il, et c'est ce que nous appelons aujourd'hui la loi de la conservation de l'énergie, dont Léonard eut l'intuition quatre siècles avant Robert Mayer.

Mais outre les sciences que nous venons de citer Vinci cultiva la Botanique, la Zoologie et l'Anatomie comparée, et il étudia avec une application toute particulière l'Anatomie humaine et la Physiologie.

C'est à lui que l'on doit les premières observations de phyllotaxie et celles concernant la structure concentrique des troncs, d'où l'on peut déduire l'âge des arbres; les premières observations d'héliotropisme et de géotropisme, ainsi que celles sur l'importance de l'air et de la lumière, de l'eau, de la rosée et des sels de la terre pour la vie des plantes; sur le mouvement et sur la fonction nutritive des sucs végétaux, sur les propriétés absorbantes de la feuille, « véritable mamelle de la branche », et des racines; et enfin sur l'action toxique des préparations arsenicales et mercurielles.

En Zoologie et en Anatomie comparée, il dépassa de beaucoup les « bestiaires » en vogue à son époque : il fit l'anatomie du cheval ; il étudia les ressemblances et les différences entre les pattes des grenouilles et les ailes des oiseaux, d'une part, et les articulations de l'homme, d'autre part; il compara la marche de l'homme avec celle des « animaux à 4 pattes », la contraction et la dilatation de la pupille chez les animaux nocturnes et « dans l'espèce léonine », etc., l'organe de l'odorat, qu'il trouva plus développé chez celle-ci que dans l'espèce humaine.

Mais, ainsi qu'il l'a écrit, « ce qui contient en soi le plus d'universalité et de variétés, cela sera de plus grande excellence ». Cela, dans la création, c'est l'homme; et l'homme, cette « œuvre merveilleuse de la Nature », devint l'objet de prédilection de ses recherches.

Léonard de Vinci est d'ores et déjà considéré par tous les savants comme le fondateur de l'anatomie scientifique et de la technique de la dissection anatomique, ainsi que le premier qui, grâce à son talent artistique, avant André Vésale, sut illustrer de dessins et de planches magistralement exécutés d'après nature et donc tout à fait fidèles, la description de la charpente du corps humain, qu'il a mis en cent vingt livres, comme il le dit au cardinal d'Aragon. Son œuvre devait « commencer à la conception de l'homme »; « et tu dois décrire, dit-il, la manière dont se présente la matrice et comment le fœtus s'y trouve disposé... et la manière dont il vit et se nourrit, et son développement, et l'intervalle qu'il y a d'un stade de développement à un autre ». « Puis, continue-t-il, tu décriras quels sont les membres qui se développent plus que les autres après la naissance, et quelle est la taille d'un enfant d'un an. Puis tu décriras l'homme adulte et la femme avec ses dimensions... puis tu décriras comment il est composé de veines, de nerfs, de muscles et d'os, etc. » Sur la manière dont il a traité ce sujet, les huit volumes des manuscrits de Windsor, publiés jusqu'à ce jour, « donneront information » à qui voudra les examiner.

Léonard, cependant, ne fut pas purement un

anatomiste, mais il se révèle également le fondateur de la Physiologie expérimentale, soit que chez lui, comme chez les Anciens, la description des organes ne fût jamais séparée de la considération de leur usage, soit que dans ses manuscrits sont enregistrées de nombreuses observations et de nombreuses expériences de Physiologie pure, touchant par exemple les actions nerveuses réflexes et automatiques, les fonctions des organes des sens, de l'œil en particulier (il a découvert, entre autres choses, le principe de la vision binoculaire), celles des muscles abdominaux et intercostaux, ainsi que du diaphragme, des poumons, des intestins, le mécanisme physiologique de la production de la voix et de la prononciation des voyelles, les fonctions des organes génito-urinaires, du foie, des reins, etc. Dans l'analyse de la mécanique respiratoire, il n'a pas été dépassé même par les physiologistes modernes. Il étudia particulièrement le cœur, qu'il appelle « instrument merveilleux inventé par le Souverain maître », et les mouvements du cœur, qu'il observa avec une méthode semblable à celle dont nous nous servons encore aujourd'hui dans les démonstrations d'école. Il fit une admirable description des sinus de Valsalva et des tourbillons qu'y décrit le sang, en les mettant en relation avec le mécanisme de clôture des valvules aortiques; il constata la correspondance numérique des battements du cœur avec ceux du pouls, et le synchronisme des systoles cardiaques avec les battements de la pointe du cœur contre la cage thoracique; il observa que, à la clôture des valvules semilunaires de l'aorte, la dilatation du ventricule gauche « succède tout de suite en deux tiers d'un temps harmonique »; appliquant ses profondes connaissances de l'Hydraulique, il établit que la vitesse du sang est inversement proportionnelle au calibre des vaisseaux; et il semble qu'il ait enfin construit un appareil de verre muni de valvules pour reproduire expérimentalement, sur un modèle de son invention, les mouvements du sang dans les cavités du cœur; il sut que « là où ne vit pas la flamme ne vit pas l'animal qui respire », et il définit, en termes qui peuvent être intégralement reproduits dans un traité moderne de Physiologie, l'échange de la matière dans les organismes vivants; il spécula enfin sur la nécessité de la production incessante que fait la nature « d'existences et de formes ».

Deux préjugés doivent disparaître qui touchent à Léonard de Vinci. Le premier, c'est qu'il ait créé à lui seul toute sa science, et que son œuvre scientifique soit toute parfaite, là où nous savons maintenant (surtout grâce aux laborieuses recherches de Solmi et de Duhem) combien il puise chez les Anciens et chez ses contemporains, tandis que nous relevons les erreurs nombreuses dans lesquelles il est tombé. Mais, encore qu'il ait connu les auteurs en question, il les dépassa tous de beaucoup, parce que c'est dans la Nature et dans l'expérience qu'il alla chercher les sources principales de ses découvertes; d'où sa grande originalité: il fit « œuvre et matière nouvelle jamais dite avant lui ».

L'autre préjugé, c'est qu'il n'ait pas été assez connu de son temps. Or, je trouve cependant dans la première et la plus courte biographie qui ait été faite de lui, celle de l'« Anonyme » florentin (écrite dans la première moitié du XVIe siècle), les expressions les plus précises pour qualifier l'esprit de Léonard. « Il fut, dit l'Anonyme, si rare et si universel que l'on peut dire qu'il fut une création miraculeuse de la Nature...; son esprit n'était jamais en repos et son génie inventait toujours quelque chose de nouveau. »

Oui! Il fut un miracle de la Nature; il fut rare et universel; il fut le type du héros, au travers duquel, selon Carlyle, circulent les courants de l'Univers; le héros au cœur profond et à l'esprit attentif au langage de l'immense Nature, voix muette pour les autres; le héros moderne, tourmenté de l'insatiable ardeur d'atteindre « excellence sur excellence », et possédant une souveraine

« ... volontà che sdegna
l'opra fornita e sempre ne disegna
una più grande e inferma è di grandezza. »

Fil. Bottazzi.
Professeur de Physiologie à l'Université de Naples.

LE CHAMP DE POTASSE D'ALSACE

Les gisements potassiques de Cernay constituent peut-être la principale richesse du sous-sol alsacien, mais il faut s'entendre sur la valeur de ce trésor; on l'a estimée à 50 milliards, et ce n'est pas exagéré; mais ces milliards reposent encore à quelques centaines de mètres de profondeur, et il en coûtera du travail, du temps et de l'argent pour les en tirer. Les économistes font plus de cas de ce que la France est mise en possession d'une substance qui lui manquait

absolument, dont l'ennemi avait le monopole, et qu'il savait se faire payer aux plus hauts prix. Il en connaissait l'importance ; *unser in der Welt einzig dastehendes Kalimonopol*, disait Willy Mayer en 1917 ; *unser Verbündeter das Kali*, ajoutait la *Vossische Zeitung* à la même date ; c'était bien en effet leur allié et ils n'auraient pas manqué de recourir à lui dans les négociations de paix pour arracher des concessions aux Américains et aux Anglais, en leur disant : « Si vous ne nous donnez pas de votre coton, vous n'aurez pas de notre potasse. » Mais, Dieu merci, leur potasse est à nous (leur meilleure, si ce n'est toute leur potasse) et nos diplomates sauront sans doute tirer parti de cet atout, pour jouer un jeu serré sur le tapis vert.

La presse s'était peu occupée des champs de potasse de la Haute-Alsace avant la guerre ; depuis lors, elle leur a consacré d'intéressants articles, qui n'ont pas épuisé le sujet : nous espérons le démontrer, en complétant ce qu'on en a écrit sur quelques points, en le rectifiant sur d'autres.

Nous décrirons d'abord le gisement, puis nous en ferons une étude géologique, qui sera suivie de considérations techniques et financières sur son exploitation ; nous terminerons par l'examen des principales applications de ses remarquables produits.

I. — Description du gisement

L'histoire de sa découverte est curieuse : elle a prêté à la légende, qui n'a pas fait intervenir la baguette d'une fée, mais s'est inspirée de l'art d'interpréter les songes. La vérité est plus prosaïque.

Le champ de Cernay n'est pas dû au hasard ni au savoir des théoriciens, mais à l'esprit d'observation d'hommes intelligents et avisés.

En 1869, un forage effectué dans une propriété de M. Gustave Dollfus, à Dornach, près de Mulhouse, avait fait connaître l'existence d'un banc de sel gemme, à une profondeur d'une centaine de mètres. D'autre part, on exploitait depuis plus d'un siècle des sables bitumineux et des asphaltes à Lobsann, Drachenbronn, Schabwiller et Pechelbronn, aux environs de Soultz-sous-forêts, dans le Bas-Rhin, et l'on y recueillait du pétrole et de l'eau salée ; enfin des affleurements de charbon avaient été reconnus à Bourbach dans le cercle de Saverne. Il n'en fallait pas plus pour faire naître l'idée que le sous-sol de l'Alsace recélait des combustibles minéraux, charbon ou pétrole. L'existence simultanée du sel, du bitume et de l'huile et des lignites avait d'ailleurs été signalée depuis fort longtemps en tous pays, et Hérodote la mentionnait déjà ; en Amérique, beaucoup de districts pétrolifères avaient été rencontrés par des forages effectués pour rechercher le sel et, dans le bassin de Stassfurt, les sources de Oelheim, Holtzen, Wietze avaient fourni du pétrole durant plusieurs années. Je ne sais si M. Grisez, de Lachapelle-sous-Rougemont, invoqua le témoignage du père de l'histoire ou celui des pétroliers du Nouveau Monde pour décider M. Joseph Vogt, le grand sondeur alsacien, à entreprendre un sondage dans une propriété qu'ils possédaient en commun, mais le fait est qu'il lui fit partager ses vues. Leur tentative ne donna rien, mais ne ruina pas leurs espérances ; ils étaient trop expérimentés pour avoir eu l'illusion de réussir du premier coup. Ils se transportèrent donc plus loin, sur l'Ochsenfeld, vaste plaine caillouteuse et presque stérile qui s'étend entre Cernay et Mulhouse, sur laquelle ont pris pied les pauvres taillis de ce qu'on appelle la forêt de Nonnenbruch ; c'est là qu'avec l'aide financière du Dr Fischer et de M. Albert et de Mlle Amélie Zürcher, ils pratiquèrent un sondage, situé exactement à 3.500 mètres au sud du clocher de Wittelsheim, qu'ils descendirent à 1.129 mètres de profondeur. Le travail fut effectué du 13 juin au 1er novembre 1904. On recoupa un banc de sel gemme, maigre découverte, sans qu'on se rendît compte d'abord que ce banc renfermait un produit de bien plus grande valeur. Mais M. Vogt avait remarqué que deux couches, sises à 625 et 649 mètres du sol, présentaient une substance d'un rouge foncé et d'une consistance qui l'intrigua ; il en soumit des échantillons à un chimiste, pour analyse ; celui-ci y constata la présence de chlorure de potassium (de sylvine, KCl) en forte proportion. Le champ de *Kali* alsacien [1] était découvert, grâce à l'énergie, la persévérance et la clairvoyante perspicacité de M. Joseph Vogt, qu'on ne saurait assez louer [2].

Le gîte de potasse que l'initiative privée venait de conquérir, sans rien devoir aux lumières de la science allemande, exigeait pour être exploité des capitaux que les heureux prospecteurs ne possédaient pas, du moins en quantité suffisante, qu'ils ne purent trouver à Paris, malgré leurs pressantes sollicitations, et qui

1. Les Allemands désignent l'oxyde de potassium K^2O et les sels potassiques par le nom de *Kali*, d'origine arabe : précédé de l'article *Al*, il a donné naissance au mot *Alcali*. Notre mot de potasse dérive au contraire de l'allemand *pottasche*, cendre de pot, qui rappelle l'ancien procédé d'extraction du carbonate des cendres de bois.

2. La Société Industrielle de Mulhouse a raconté ces débuts dans le n° d'avril 1912 de son *Bulletin* ; ont collaboré à cette substantielle étude MM. Binder, Bourcart, Remy, de Place, Nœlting, Wyss, Meunier-Dollfus, etc.

durent leur être fournis par les financiers d'outre-Rhin, mieux avisés et moins timides que les nôtres. Ceux-ci rachetèrent à la petite société Bonne-Espérance, constituée par M. Vogt et ses amis, 76 de leurs concessions (sur 106), les payèrent largement et formèrent la *Gewerkschaft Amelie* et d'autres associations qui firent exécuter à partir de 1906 120 nouveaux sondages, d'une profondeur quelquefois supérieure à 1.000 mètres, d'après lesquels on délimita le gisement.

La superficie totale dès lors reconnue était d'au moins 20.000 hectares; ses bornes actuelles sont jalonnées par les communes de Cernay, Berrwiller, Isenheim, Merxheim, Meienheim, Oberenzen, Battenheim, Sausheim, Mulhouse, Heimsbrunn et Schweighausen; des recherches ultérieures, couronnées de succès, notamment à Buggingen, portent à croire qu'il s'étend à l'est, dans le grand duché de Bade; par contre, les insuccès des forages effectués à Reppe, Chavannes, Suarce, Chamois, etc., ne laissent guère d'espoir de le voir se prolonger dans la direction de Belfort, vers l'ouest. Il est vrai de dire que les limites exactes de la zone exploitable sont encore mal déterminées en quelques points, surtout vers le nord.

Le gisement ne forme pas un banc horizontal et uniforme dans toute son étendue; les forages le rencontrent à des profondeurs différentes, et en traversent des épaisseurs inégales; la carte qu'ils ont permis de tracer témoigne de relèvements, de dépressions et de glissements qu'on suit parfois avec peine. En moyenne le banc de sel gemme mesure près de 250 mètres d'épaisseur; la potasse y forme deux couches nettement séparées, l'une de 1 m. 16, à 130 mètres en profondeur, l'autre de 4 m. 15, une vingtaine de mètres plus bas. La seconde couche, la plus puissante, est un peu moins riche en KCl que l'autre, mais elle rachète cette légère infériorité par son volume plus grand, et c'est elle qu'on exploite surtout; elle circonscrit du reste entièrement la couche supérieure. Les deux couches s'amincissent sur les bords et affectent donc la forme d'une lentille.

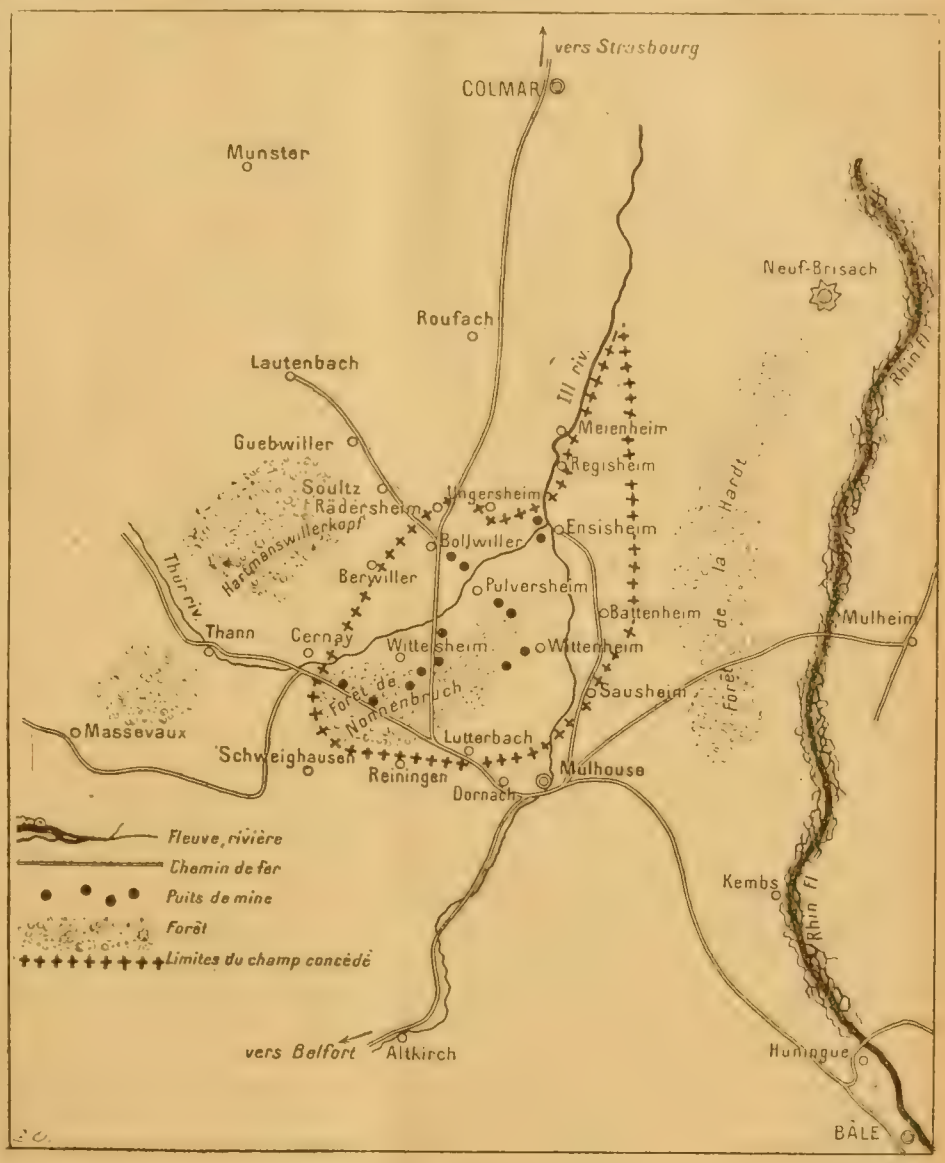


Fig. 1. — *Carte du champ de potasse d'Alsace.*

Chaque couche est composée de bandes rouges et grises, séparées par des entrefilets de

schiste argileux et d'anhydrite $CaSO^4$: l'analyse chimique y trouve de la sylvine KCl, mélangée au chlorure de sodium NaCl ; la teneur en KCl varie de 10 à 80 °/₀, mais elle descend rarement au-dessous de 20 et ne dépasse qu'exceptionnellement 65 [1]. La couleur rouge, due à de l'oxyde de fer, correspond aux plus hautes teneurs, tandis que le sel de sodium prédomine dans les parties grises. En réalité, le champ alsacien est un champ de *sylvinite*, mêlée d'un peu de carnallite KCl, MgCl, 6 H^2O, de kaïnite $MgSO^4$, KCl, 3 H^2O et de kiésérite, $MgSO^4$, H^2O ; ses produits sont très supérieurs à ceux des célèbres mines de Stassfurt, moins riches en KCl, plus chargées de carnallite et de kiésérite ; or, la magnésie constitue pour les sels destinés à l'industrie chimique et à l'agriculture un élément de dépréciation notable, qui mettait les produits de l'Allemagne septentrionale dans une indiscutable condition d'infériorité, et provoqua les mesures de jalouse restriction que nous aurons à relater plus loin.

II. — Etude géologique

Le gisement de potasse que l'on venait de conquérir n'avait été ni indiqué ni même prévu par les géologues ; toutefois, devant le fait acquis, leurs yeux se dessillèrent, et M. de Launay trouva un lien tectonique entre Mulhouse et Pechelbronn, dont les couches exploitées appartiennent à des formations oligocènes du même âge. On pourrait faire remarquer de plus que les forages de la Haute-Alsace ont traversé des zones bitumineuses, à diverses profondeurs, et que réciproquement les eaux salées, dont le pétrole de Pechelbronn est émulsionné, renferment par litre 0,664 gr. de chlorure de potassium pour 7,961 gr. de chlorure de sodium. Mais ces coïncidences n'ont pas convaincu M. le professeur van Wervecke, qui n'encourage pas les recherches de sylvinite dans la Basse-Alsace, en région pétrolifère [2].

A dire vrai, on trouve du sel gemme dans les terrains sédimentaires de la plupart des étages géologiques, d'abord dans les roches cristallines primitives, puis dans le Permien, le Keuper du Trias, le Jurassique et le Crétacé, ensuite dans le Tertiaire (Eocène, Oligocène, Miocène et Pliocène), jusqu'au Quaternaire et aux alluvions. La formation d'un banc de sel est dès lors le résultat d'un accident, qui a pu se produire à toutes les époques ; il s'y trouve généralement une minime quantité de sels potassiques ; l'existence d'une proportion notable est rare et se rapporte à une nouvelle phase de l'accident.

Cette manière d'envisager les faits est d'accord avec les idées que nous nous formons aujourd'hui sur l'origine des gisements salifères. Voici comment nous nous expliquons les choses. Les dépôts salins sont le produit de la concentration progressive de l'eau résultant de l'évaporation du dissolvant dans une mer intérieure, ou dans des lacs salés, ou encore dans des golfes séparés momentanément des hautes eaux par une barre ou un seuil. Au début de la concentration des eaux, ce sont les sels les moins solubles qui se déposent les premiers, le carbonate de chaux, le carbonate de magnésie et le sulfate de chaux ; puis vient le chlorure de sodium, dont la masse est prédominante, et qui forme un sédiment de grande épaisseur. Celui-ci se trouve alors surmonté d'une couche liquide d'eaux-mères, saturées, dans lesquelles se sont accumulés les éléments plus solubles, chlorure de magnésium et chlorure de potassium ; une température élevée et des vents secs intervenant pour continuer l'évaporation, ces sels se déposent à leur tour, jusqu'à assèchement complet ; des apports d'alluvions peuvent les recouvrir alors et les protéger contre toute redissolution subséquente. Mais il est rare que cette couche protectrice couvre efficacement de son manteau les dépôts antérieurement formés. Le plus souvent, il se produira un retour des eaux de la mer, qui reprendront et entraîneront dans leur flot les chlorures solubles supérieurs, auquel cas le banc ne présentera qu'une faible teneur en potassium ou n'en renfermera même quelquefois pas du tout.

Les phénomènes que nous venons de décrire se produisent actuellement sous nos yeux dans le golfe de Kara-Boghaz, situé sur la rive asiatique de la mer Caspienne ; celui-ci est relié à la mer par un chenal de quelques hectomètres de largeur sur 5 kilomètres de longueur, très peu profond ; de petites baies bordent le golfe et quelques-unes forment des lagunes, séparées de la mer par des barrages plus ou moins étanches, derrière lesquels il se produit un desséchement complet, qui ne tarde pas à être recouvert de sable, et donne naissance à un banc dont le sommet est riche en potasse. Le golfe lui-même, fréquemment balayé par les eaux de la mer, constitue un vulgaire marais salant, où l'on récolte annuellement des milliers de tonnes de sel.

Une objection spécieuse a été faite autrefois à cette théorie de la formation des dépôts de

1. Le sel gemme est aussi coupé par des bandes bleues, dans lesquelles on croit reconnaître la sodalite, silicate d'alumine et de soude, associé au chlorure de sodium.

2. *Die Tektonik des Sundgaues, ihre Beziehung zu den Kalisalzvorkommen im Oberelsass und in Baden*, Strasbourg, 1913.

sel : étant donné que l'eau de mer ne renferme que 25 grammes de NaCl par décimètre cube, il eût fallu une mer d'une profondeur inadmissible pour donner naissance aux bancs de grande épaisseur qu'on rencontre en certaines régions [1]. L'argument ne tient pas, puisque l'on admet des alternatives d'évaporation et de retour d'eaux nouvelles, pouvant se succéder durant une longue période et superposant les sédiments.

L'hypothèse de la concentration s'applique sans difficulté à la création du gisement alsacien, dont nous pouvons dès lors retracer la genèse de la manière qui suit. Un bassin s'était formé dans une dépression comprise entre le Jura, les Vosges et la Forêt Noire, au milieu des temps tertiaires, lors de l'époque oligocène; une dépression produite dans sa ceinture du nord, du côté de Phalsbourg, livra passage à un flot venu de la vaste mer qui couvrait alors la Belgique et une partie de la France; le chenal était étroit et peu profond; l'évaporation donna lieu aux cristallisations fractionnées habituelles. Mais elles ont été interrompues plusieurs fois par des invasions d'eaux salées, suivies d'un afflux d'eau douce, venu par un seuil du sud, qui ont abandonné les dépôts caractéristiques des couches rencontrées dans les différents forages. On y a trouvé alternativement des produits d'eau salée et d'eau douce, des poissons (*Meletta*, *Amphysile*, etc.), des crustacés et des mollusques (*Limnées* et *Foraminifères*), des végétaux (*graines de Carats*, *Callitris*, *Cinnamomum*, *Graminophyllum*, etc.). Les retours alternants du flot ont été produits par des mouvements du sol : à un moment donné, tout le système a été soulevé du côté des Vosges et de la Forêt Noire, puis il s'est produit des affaissements dont on découvre la preuve indéniable dans la succession des marnes schisteuses, gypseuses, dolomitiques et autres, recoupées à diverses profondeurs, séparant les bancs de sels sodiques, deux fois surmontés d'un dépôt potassique. C'est ainsi que l'on peut s'expliquer la formation, dans un profond bassin, d'une couche puissante de sel; le Tertiaire repose ici sur le Lias, voire même sur les roches primitives, sans interposition de Carbonifère; en effet un sondage, poussé à 1.129 mètres de profondeur, n'a pas atteint le mur du banc.

La théorie générale que j'ai exposée plus haut explique la genèse des gisements salins à tous les âges du monde et la rareté des dépôts potassiques. En Europe, on ne connaissait guère que les potasses de Stassfurt (entre Magdebourg, Halle, Cassel et Hanovre) et celles de Kalusz en Galicie; la découverte du champ de Cernay provoqua des recherches de tous côtés : elles semblent avoir été couronnées de quelque succès dans la province de Lerida, à une soixantaine de kilomètres de Barcelone, dans le voisinage des célèbres mines de sel de Cardona. En Amérique, on a aussi découvert de la sylvinite en Californie, à Searles Lake, mais il semble que son importance ait été exagérée, car il ne s'agit en l'espèce que d'un gîte de NaCl imprégné d'une saumure de KCl. Enfin on vient de rapporter d'Abyssinie des échantillons d'une sylvinite, qui a éveillé l'attention de financiers italiens : ceux-ci se sont empressés de solliciter des concessions, et ils ont commencé d'évaporer les eaux de sources thermales riches en KCl.

On n'est pas encore suffisamment fixé sur la valeur de ces divers gîtes; quoi qu'il en soit, on est fondé à croire que les bancs de sylvinite sont rares, surtout ceux qui renferment un minimum de sels de magnésium, et que par suite les produits alsaciens resteront classés parmi les plus riches et les plus faciles à exploiter.

III. — Exploitation

Le gîte de sylvinite, découvert en 1904, était donc tombé entre les mains d'un consortium allemand, recruté dans les milieux familiarisés déjà par l'expérience acquise à Stassfurt : il ne laissa pas sommeiller l'affaire, et dès 1907 la *Gewerkschaft Amelie* concluait un contrat avec la *Deutsche-Schachtbaugesellschaft* qui s'engageait à creuser un puits dans un délai de 27 mois; il ne fut pas atteint, car l'opération rencontra peu de difficultés.

Une extraction régulière commença dans le courant de l'année 1910, et l'on procéda aussitôt au forage d'un second puits, dénommé Amélie II. La première société passa alors la main aux *Deutsche Kaliwerke*, de Bernterode, qui fusionnèrent les exploitations du sud-ouest du bassin, s'étendant sur 14.000 hectares environ, et y engagèrent une quarantaine de millions; entre temps d'autres groupements se formèrent. A la veille de la guerre, 18 puits étaient creusés dans 9 exploitations partagées entre 4 groupes, dont 3 allemands : Kaliwerke, Wintershall et Rœchling, et un franco-alsacien. Ce dernier avait été constitué par M. Vogt, avec le concours de M. L. Mercier, l'éminent directeur des mines de Béthune, sous le nom de *Mines de Kali Sainte-Thérèse;* il s'assura les concessions du nord et du nord-

1. Pour déposer une couche de 15 millimètres d'épaisseur, il faudrait environ 1 mètre d'eau; donc, pour un banc de 300 mètres (on en connaît de 1.200 mètres), il eût fallu une profondeur de 20.000 mètres, double des plus grandes profondeurs océaniques actuelles.

est, vers Regisheim et Meienheim, couvrant 6.000 hectares sur les 20.000 du gisement total reconnu, soit le tiers de sa surface.

Le capital de cette Société, fixé d'abord à 5.600.000 marks, fut porté ensuite à 8 millions et l'on émit en outre pour 2.400.000 marks d'obligations. Le siège social se trouvait à Mulhouse; le conseil d'administration se composait d'industriels et de financiers de l'Alsace, de la Lorraine et du nord de la France, MM. Vogt, Mercier, Schlumberger, Buffet, Bailly, Plichon et Léon Thiriez, auxquels M. Charles Baudry-Vogt fut adjoint en qualité de secrétaire. Ces messieurs ont été évincés par les Allemands, quelque temps après la déclaration de la guerre, et supplantés par des hommes venus de Berlin, qui ont évidemment été renvoyés à leur tour pour céder de nouveau la place à nos compatriotes, ainsi que cela devait être, attendu que les fonds avaient été recueillis surtout à Mulhouse, Nancy et Lille. Nous avons insisté sur ces divers faits pour montrer ce que peut l'initiative française; il s'agit de frapper aux portes qu'il faut et de s'adresser aux hommes qu'il faut, et l'on est assuré de trouver des répondants.

Au cours de la guerre, il existait 12 sociétés d'exploitation (*Gewerkschaften*), possédant 15 puits déjà en service ou près de l'être : le tableau I donne les noms des puits, leur position, leur profondeur[1] et la nationalité des capitaux investis dans chaque société.

On avait fait école en fonçant le premier puits, Amélie I; on traversa des sables glaiseux et du gravier, des argiles grises plus ou moins dures, mêlées de sel et d'anhydrite ($CaSO^4$), puis des alternances de sel et de schiste, en employant des appareils à percussion et à rotation; des précautions spéciales s'imposaient dans les terrains aquifères, particulièrement dangereux pour un gisement de potasse, et l'on recourut au procédé Poetsch, par congélation, jusqu'à 75 mètres de profondeur. Dans la suite, et notamment aux puits Max, Rudolf et Alex, situés dans la région Sud et Sud-Ouest du champ, on employa le procédé moins onéreux par trousse coupante et tour descendante en maçonnerie; mais on est revenu à la congélation dans les concessions Sainte-Thérèse, sises au nord. On peut dire qu'en général les fonçages présentent peu de difficultés.

Les puits ont 5 m. 50 de diamètre; leur revêtement est en fonte ou en maçonnerie; pour combler le vide entre le cuvelage et la paroi du terrain, on y coule un lait de ciment à 1 pour 7.

Les puits comprennent d'ordinaire un compartiment d'extraction, un autre aux échelles et un boyau d'aérage.

Les cages sont guidées par les petits côtés dans un guidage en pitch-pin; on les construit à deux étages, avec deux berlines bout à bout. Elles sont suspendues à un câble sans fin, lequel passe sur les molettes et descend au tambour de la machine; pour que les deux cages se fassent équilibre à toute profondeur, elles sont reliées par un câble pendant librement dans le puits. Le poids de ce câble équilibreur augmente l'adhérence sur la molette de la machine, qui est une simple poulie, à jante garnie de bois.

Les machines d'extraction sont alimentées de courant continu, avec une batterie-tampon; le système adopté est celui de Ward-Léonard, dans lequel l'induit reste constamment couplé en série

1. Nous donnons la profondeur des puits en exploitation et non pas du forage de sondage.

TABLEAU I. — **Puits actuels du champ de potasse d'Alsace**

PUITS	POSITION	Profondeur	NATIONALITÉ	
Amélie I — II	Sud de Wittelsheim	669m	Allemande	Deutsche Kaliwerke D. K.
Max	près de la gare de Richwiller	630	Allemande	D. K. et divers.
Reichsland I — II	Ouest de Wittenheim	570	Allemande	Hohenzollern.
Marie Marie-Louise	entre Pulversheim et Staffelfelden	680	Allemande	D. K. et divers.
Joseph Else	contre le chemin de fer à égale distance de Lutterbach et Cernay	450	Allemande	D. K.
Theodor Prinz Eugen	entre Pulversheim et Rulisheim	650	Allemande	Wintershall et Etat Alsace-Lorraine.
Rudolf Alex	entre Pulversheim et Bollwiller	750	franco-alsacienne	Sainte-Thérèse.
Ensisheim Regisheim	à l'ouest et contre Ensisheim	? ?	franco-alsacienne	Sainte-Thérèse.

Les sociétés Marie-Louise I et Anna n'ont pas encore de puits.

avec celui d'une génératrice fonctionnant continuellement, mais qui n'est excitée qu'au moment où elle doit fournir du travail. La vitesse est réglée par cette excitation, que l'on fait varier à l'aide d'un rhéostat à touches : à l'arrêt, l'excitation de la génératrice cessant, l'induit du moteur, toujours excité, se trouve mis en court-circuit et il fait frein ; un frein à air comprimé joint son action à celle de ce frein automatique. On effectue le changement de marche par une inversion de l'excitation.

Le gisement est attaqué par galeries poussées à la fois dans les deux couches, en donnant toujours une certaine avance dans la couche supérieure. La méthode employée est celle des traçages et montages avec piliers réservés. L'abatage s'opère à l'aide d'explosifs et conjointement par des perforatrices électriques.

Un aérage intense s'impose dans des travaux conduits à une telle profondeur, d'autant plus qu'on n'y est pas, quoi que l'on pense, à l'abri des coups de grisou ; en effet, à Stassfurt, on trouve dans les blocs de sel des inclusions de gaz hydrogène, hélium et méthane, que l'on a attribuées à un effet de radioactivité. Du reste, les barres de schiste bitumineux s'oxydent à l'air et contribuent à élever la température.

Les galeries d'extraction partent de la recette ; elles sont taillées à même dans le sel et se soutiennent d'elles-mêmes sans nécessiter de boisage. Toutefois, pour éviter une désagrégation rapide du toit, les traçages sont conduits dans les sillons bas de la couche, qui renferment du reste une très minime proportion de chlorure de magnésium : on n'a donc pas à regretter de laisser en place les sillons du haut.

La friabilité des roches favorise le travail, ainsi que le grand tonnage par mètre carré découvert, surtout dans le banc inférieur, de plus forte épaisseur ; aussi le rendement moyen par ouvrier du jour et du fond occupé approche-t-il d'une tonne et demie, alors que dans nos mines du Pas-de-Calais il n'atteint guère que 900 kilogs dans les exploitations et les conditions les plus favorisées.

Le minerai sort de la mine en fragments de toute grosseur ; on lui fait subir des broyages successifs, pour le réduire en poudre fine, quand on le destine à la fabrication du chlorure de potassium, mais on se contente de l'amener à gros grain, pour les emplois agricoles.

La séparation des deux chlorures KCl et NaCl est facile, par suite de la grande différence de solubilité de ces sels ; on traite le minerai pulvérisé par une solution saturée chaude de NaCl, qui ne dissout que KCl ; après filtration, on laisse refroidir la solution de laquelle cristallise le chlorure de potassium pur. Le produit resté sur les filtres est lavé à l'eau, desséché sommairement et mis en tas, d'où il retourne à la mine pour combler les galeries. Les cristaux formés dans les bassins de cristallisation subissent un lavage avant d'être dirigés vers les séchoirs, à gaz chauds. Les eaux-mères et les eaux de lavage sont reprises par des pompes et ramenées aux appareils de dissolution ; elles servent indéfiniment, du moins tant qu'elles ne sont pas souillées d'une quantité nuisible de sels de magnésium.

A Stassfurt, la présence de la carnallite complique singulièrement la marche des opérations, et les eaux mères, qui en renferment de grandes quantités, constituent une source d'embarras de toute nature pour les usines.

Le minerai salin alsacien est, du seul chef de sa pureté, très supérieur au minerai allemand. Il se prête de plus à une exploitation intensive. En 1912, la mine Amélie I extrayait 450 tonnes par 24 heures ; mais la capacité réelle de l'entreprise était bien plus considérable : elle eût largement dépassé ce chiffre, si des influences extérieures n'avaient limité sa production.

Nous sommes amenés à étudier les conditions dans lesquelles étaient placées les sociétés minières au point de vue économique.

IV. — Considérations financières et économiques

Examinons d'abord la situation légale dans laquelle se trouvait l'industrie de la potasse dans le pays d'Empire.

La découverte de M. Vogt avait provoqué une vive émotion dans le monde de Stassfurt ; son industrie jouissait alors d'une prospérité extraordinaire, qui lui paraissait garantie par un monopole mondial : or, voici que du jour au lendemain se dressait en face d'elle un concurrent redoutable, disposant d'un gisement aussi important que le sien et certainement plus riche. Laisserait-on ce rival développer librement ses moyens d'action et inonder le marché de ses excellents produits ? Ne pas lutter contre lui eût été un suicide ; on se mit donc sur la défensive, et l'on fit intervenir les pouvoirs publics ; aidons-nous et l'État nous aidera.

On commença par la création d'un Syndicat, le *Kalisyndicat*, qui se fit donner la mission de contrôler la production de la potasse et sa vente, en englobant toutes les mines en service : son siège était à Berlin, il avait une filiale à Hambourg et une agence en Amérique, à New-York.

Le concours du pouvoir lui était acquis, attendu que les gouvernements de Prusse, d'Anhalt, de Brunswick et du Mecklembourg, possesseurs de

mines, participaient nécessairement au Syndicat et que, du reste, des intérêts généraux étaient en jeu. On prépara donc une loi, qui réglementait d'une façon draconienne la fabrication et la vente des sels de potasse; le Reichstag la vota le 25 mai 1910, après d'intéressants débats.

On posait en principe que la potasse était une richesse nationale, qu'il ne fallait pas laisser déprécier par surproduction en l'exposant à une mévente, ni renchérir par accaparement, et qu'on devait d'autre part mettre avant tout à la disposition de l'agriculture allemande; les autres se partageraient les restes, c'est-à-dire ce qu'on voulait bien leur laisser. En conséquence, les produits de toute nature des mines et de la fabrication furent surveillés, réglés et taxés officiellement; le Syndicat était tenu d'établir des prix de vente à l'intérieur plus bas que ceux de l'exportation; les chemins de fer concédaient des tarifs réduits sur le territoire de l'empire. Tout cela était fort habilement conçu et exécuté; il devait en résulter que l'Allemagne conservait pour elle plus de la moitié de la production *mondiale* et qu'elle dépensait en retour moins d'argent que tous les autres.

Quelques détails du fonctionnement de cette puissante et remarquable organisation sont à relever. Chaque année, une Commission fixait le contingent, non pas de la roche à tirer du sol, mais des sels à fabriquer, en l'exprimant en quintaux de K^2O pour tout le Syndicat; elle fixait le taux pour mille attribué à chaque exploitation, en calculant le coefficient de participation de chacune d'elles, d'après des éléments déterminés, qui avantageaient les vieilles *Gewerkschaften* de l'Allemagne du Nord. Celles-ci se firent la part du lion : en 1913, le Syndicat se composait de 155 participations, sur lesquelles il n'y en avait qu'une douzaine d'alsaciennes; à celles-ci on n'octroya que 49 millièmes de la production totale, soit un vingtième; à lui seul, le fisc prussien s'en était réservé le double, pour son domaine.

Cette œuvre avait été méthodiquement organisée, mais elle n'empêcha pas une fièvre d'exploitation et de spéculation de sévir; on put lire, au début de 1914, dans les journaux politiques, techniques et économiques, de nombreux articles, portant en titre les mots de *Kalifieber* et de *Kalikrisis*, que nos députés feront bien de se faire traduire avant de légiférer sur la prise de possession de notre riche conquête du champ de Cernay[1]. Le but principal de la loi de 1910 avait été d'assainir une industrie dont le développement trop rapide pouvait troubler l'équilibre entre l'offre et la demande, par une exagération de production; ce résultat ne fut pas atteint. En effet, de 1910 à 1914, l'Allemagne mit en exploitation une soixantaine de puits; leur nombre était déjà de 160, et il aurait atteint certainement 250 en 1918, si la guerre n'était venue mettre un terme à cette croissance pléthorique. Le Syndicat n'avait en somme d'action que sur les entreprises dont les travaux étaient achevés; il restait impuissant à l'égard de celles qui ne lui avaient pas encore donné leur adhésion, et leur nombre croissait sans cesse. Il contribuait d'ailleurs lui-même à entretenir un état fébrile, en maintenant une taxation élevée, qui incitait à la création d'exploitations nouvelles. Avant tout, il eût fallu augmenter la consommation et s'ouvrir de nouveaux débouchés; or, le moyen le plus efficace pour obtenir ce résultat était d'abaisser les prix de vente. La demande augmentant, ces prix se seraient établis d'eux-mêmes à un niveau donnant satisfaction aux consommateurs et aux producteurs; si plus tard il y avait eu surproduction, la baisse automatique qui en serait résultée n'aurait point tardé à maintenir l'extraction dans ses justes limites plus sûrement qu'un contingentement officiel, dont l'unique souci était de favoriser l'Allemagne du Nord au détriment de l'Alsace. La France saura sans doute profiter des erreurs commises par l'État allemand. A un régime autoritaire et arbitraire, elle substituera un régime libéral, qui ne paralysera pas l'essor de l'industrie de la potasse et n'aura en vue que l'intérêt général.

Nous avons la potasse avec la victoire, mais il en sera de la potasse comme de la victoire, il faudra savoir s'en servir.

Pour développer la consommation en France, il sera nécessaire d'y faire connaître la valeur de ces engrais, par l'enseignement et par des conférences. On s'assurera des débouchés à l'extérieur en obtenant de nos alliés un régime de préférence pour *notre* potasse; tant que les Allemands n'auront pas recouvré la liberté des mers, ils ne nous feront pas concurrence. C'est le marché américain qu'il faudra viser avant tout; au lieu de faire traverser l'océan à des navires naviguant sur lest, on les chargera de kaïnite, qu'ils échangeront contre du fer, du coton, du pétrole, des céréales, etc. L'agriculteur américain est un client acquis : il sait ce que lui ont coûté cinq années de disette de potasse. Les financiers américains ne manqueront pas de nous accorder le concours de leurs capitaux, si nous le leur demandons. Ils nous aideront à

1. M. Bellom a publié en 1911, dans la *Technique moderne*, une substantielle étude de la loi allemande, que M. Binder a discutée de son côté, avec une grande clairvoyance, dans un travail très documenté, qui nous a souvent servi de guide.

restaurer les installations existantes, plus ou moins victimes de la guerre, et à achever d'aménager celles qui se préparaient et n'étaient pas encore en état de travailler. L'État français devra d'autre part améliorer les moyens de communication de l'Alsace avec nos ports par fer et par eau, surtout par eau : l'insuffisance des canaux de la Marne au Rhin et du Rhône au Rhin est depuis longtemps reconnue et il faudra procéder à leur élargissement et à leur approfondissement, avec agrandissement et doublement des écluses, dès qu'on le pourra.

Le sort qu'il y aura lieu de faire aux capitaux allemands engagés dans les exploitations soulève des questions délicates, que je ne peux que signaler en passant; mais nous arrêterons notre attention sur l'organisation financière de ces sociétés, car elle diffère notablement de ce qui se pratique chez nous.

La *Gewerkschaft* est une société *à capital variable* dont la forme présente une certaine souplesse. Sa base n'est pas l'*action*, mais la *part*, qu'on appelle *Kux*, qui est nominative et d'une valeur d'abord déterminée : elle constitue une quote-part de l'entreprise, quelquefois un centième, plus souvent un millième. Son possesseur n'est obligé en principe que jusqu'à concurrence de sa mise de fonds; mais en réalité sa participation à l'affaire n'est pas limitée aussi étroitement, attendu que, si le besoin s'en fait sentir, il est exposé à des appels subséquents. En effet, quand les dépenses effectuées dépassent les disponibilités, le Conseil des directeurs invite les porteurs de Kuxe à verser des suppléments, qualifiés de *Zubussen* (contributions supplémentaires), qu'on n'est pas obligé de solder, mais qu'on a tout intérêt à solder, puisqu'un refus entraînerait la perte de la première mise. C'est parfait pour la société, c'est moins heureux pour le sociétaire. La dure éventualité de ce versement forcé oblige le malheureux propriétaire de la part à s'exécuter ou bien à vendre ses droits à un preneur plus riche ou plus confiant dans le sort final de l'entreprise; cette cession ne s'effectue le plus souvent qu'à perte, cela va sans dire. Le système, excellent à certains égards, n'est donc pas à l'avantage des petits capitalistes, qui peuvent n'avoir pas les moyens de supporter de copieuses Zubussen; les banquiers et les princes de la finance, bien informés et toujours pleins de ressources, versent les apports de supplément et exploitent trop souvent les hésitations et la gêne des petits, qu'ils évincent ainsi des meilleures affaires. Des mines aujourd'hui prospères ont pu infliger aux propriétaires de leurs Kuxe de lourdes Zubussen, s'élevant quelquefois à plusieurs fois leur valeur primitive : nous apprendrons à mieux connaître ce mécanisme en racontant l'histoire des Gewerkschaften alsaciennes.

Le nombre des Kuxe, d'une valeur nominale de 1.000 à 4.000 marcs, était de mille pour la plupart des exploitations; exceptionnellement Max en avait émis 4.000, et Rudolf et Alex n'avaient point dépassé 100; mais celles-ci étaient contrôlées par la Société Sainte-Thérèse, dont le capital se composait de 8.000 Kuxe à 1.000 marcs. Pour Reichsland, les Zubussen montèrent à 6.500.000 marcs et pour Amélie à 6.000.000; la plupart des entreprises contractèrent de plus des emprunts, sous forme d'obligations, à 4 1/2 ou 5 %: Amélie était grevée de ce chef de 2.627.000 marcs, d'après M. Eccard, qui a dressé un tableau de la situation des différentes sociétés concessionnaires, en se servant des données recueillies par le lieutenant Herrenschmidt, attaché au Gouvernement d'Alsace-Lorraine. En dépit de la limitation de fabrication imposée par le Syndicat, l'industrie alsacienne de la potasse avait pris un grand essor et les parts de plusieurs mines avaient bénéficié d'une hausse notable. Les chiffres ci-dessous, que j'emprunte au *Statistisches Jahrbuch für Elsass-Lothringen* pour 1913-14 permettent de se rendre compte de la marche des affaires. En 1912, sur 13 sociétés, deux seulement étaient en pleine exploitation, et pourtant on avait vendu 137.243 tonnes de kaïnite et d'autres sels de potasse valant 2.962.000 marcs. Max atteignait le cours de 4.000 marcs pour 1.250 versés et Theodor valait 2.700 marcs pour 2.000. En 1913, la production s'était élevée à 350.000 tonnes; elle devait dépasser 500.000 tonnes en 1914, si la guerre n'était venue. Les capitaux engagés à ce moment dans le Kali alsacien étaient estimés à 72 millions de marcs, dont 33 allemands, 6 du Gouvernement d'Alsace-Lorraine, et le reste français, pour le groupe Sainte-Thérèse. Le prix de vente, fixé par le Syndicat, était alors de 15 marcs la tonne de sels bruts (à 15 % de K^2O) pour l'Allemagne et de 19 pour les pays étrangers. L'ouvrier du fond gagnait 6 marcs pour cinq heures de travail; le salaire moyen de l'ouvrier du fond et du jour ne dépassait pas 4,50 marcs. Dans ces conditions, les Deutsche Kaliwerke annonçaient un bénéfice de 13 % et distribuaient un dividende de 10 %. L'avenir s'annonçait sous d'heureux auspices.

Mais la guerre est venue avec son cortège de misères et de destructions. Elle a été néfaste pour certaines installations voisines du célèbre Hartmanswillerkopf, donc situées près de la zone des opérations militaires; des établissements

au jour ont été touchés; quelques puits ont été noyés. Tout le bassin a d'ailleurs souffert de la crise de la main-d'œuvre et des transports; mais le contingent a été haussé et les prix de vente ont monté. Cela a permis à quelques exploitations (Théodor et Prinz Eugen en particulier) de travailler encore fructueusement et de réaliser des bénéfices d'exploitation : on ne saurait donner meilleure preuve de la vitalité de ces entreprises.

L'industrie de la potasse en Alsace est donc une grande et belle industrie, qui autorise de brillantes espérances pour le moment où, affranchie du joug du Syndicat prussien, elle possédera la liberté dont elle a besoin.

Les considérations suivantes permettent d'apprécier les résultats que pourront donner ces exploitations devenues françaises.

Un puits, occupant 180 mineurs au fond, extrayait jusqu'ici moyennement 450 tonnes par jour; en comptant sur 120 ouvriers travaillant au jour, on estimait le rendement à 2,5 tonnes par ouvrier du fond et à 1,5 tonne par ouvrier du fond et du jour. Les premiers gagnaient 6 marcs par jour, les autres 3 marcs; en moyenne le total des salaires payés par tonne s'élevait donc à 3,20 marcs. Celle-ci a été payée 21,58 marcs en 1912; le bénéfice net par tonne, tous frais, intérêts et amortissements compris, ressortait à environ 12 marcs. Or, on pourra pousser l'extraction à 1.000 tonnes par jour et par puits, c'est-à-dire qu'elle sera plus que doublée; il est vrai que les salaires qui ont déjà augmenté augmenteront peut-être encore; le prix des matières premières ne fera sans doute que croître; on nous dira de plus que le rendement de l'ouvrier baissera, que les frais généraux monteront, et que les prix de vente subiront une certaine réduction, au point de compenser les avantages résultant du doublement de production. Admettons-le. Malgré cela, la situation des mines et des usines qui leur sont jointes restera bonne, car il y a de la marge.

Elle sera certainement aussi bonne que l'était celle de nos remarquables charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais. Ici, en effet, le rendement de l'ouvrier fond et jour reste inférieur à 0,8 ou 0,9 tonne; les exigences des mineurs avaient depuis longtemps fait monter le taux des salaires à un niveau élevé, alors que le budget des compagnies était chargé en outre de lourdes dépenses, provenant du développement de leurs admirables œuvres philanthropiques; le prix de la tonne de houille était d'ailleurs grevé d'au moins un franc de frais de boisage ou de travaux au rocher, et ce prix ne dépassait guère 16 à 17fr. sur le carreau de la mine. Et pourtant ces mines continuaient de rémunérer largement leurs actions dont la valeur avait considérablement augmenté. Les moins optimistes trouveront dans ce parallèle de bonnes et solides raisons d'envisager avec confiance l'avenir des mines de Kali du champ de Cernay.

Leur sort n'est pas moins assuré que celui des mines de charbon, car, si la houille est le pain de l'industrie, la potasse est celui de l'agriculture, et elle n'est pas moins nécessaire au développement de la France.

C'est ce qui me reste à mettre en lumière.

V. — La potasse dans l'agriculture

Les composés du potassium ont de nombreux emplois dans l'industrie ; l'oxyde K^2O est la base des savons mous ainsi que le carbonate K^2CO^3 ; celui-ci est utilisé pour les verres de Bohême ; le sulfate neutre K^2SO^4 sert à la fabrication des aluns de potasse, le chromate K^2CrO^4 à la préparation des matières colorantes. le nitrate $KAzO^3$ (salpêtre) à celle des poudres, le silicate $KSiO^2$ à celle des verres solubles ; l'hypochlorite KClO donne l'eau de Javel, et le chlorate $KClO^3$ a conservé un écoulement pour la fabrication des amorces, des explosifs et des allumettes ; le ferrocyanure $FeCy^6K^4$ est indispensable au bleu de Prusse; le cyanure KCy a trouvé une importante application dans le traitement des minerais d'or au Transvaal, etc. Nous n'avons pas là prétention de ne rien omettre; cette énumération suffit d'ailleurs pour faire ressortir la grande variété des emplois chimiques des sels de potassium ; les sels de sodium, plus abondants et faciles à préparer, coûtent moins cher, et sont parvenus à les supplanter en bien des préparations, sans pouvoir toutefois les remplacer dans un certain nombre d'autres, où le potassium exerce une action spécifique spéciale.

Or, cette utilisation est minime relativement à celle dont l'agriculture nous rend témoin depuis une vingtaine d'années : en effet le Kali-syndicat avait encore vendu, en 1900, 23,3 % de sa production pour les usages industriels ; en 1914, cette part était tombée à 10 % et tout le reste, soit les 9 dixièmes, allait à la culture. C'est que la terre est avide de potasse ; elle en demande pour faire germer n'importe quoi à sa surface. L'Amérique en a fait l'expérience. Après que les Allemands eurent mis l'embargo, le 30 janvier 1915, sur les sorties de leur précieux Kali, les Etats-Unis connurent « la famine de potasse » ; les effets s'en manifestèrent aussitôt. La production du blé, qui avait été de 27.500.000 tonnes en 1914, passa à 18 millions en 1916, et celle

du coton tomba de 16.738.000 balles à 12.466.000. Cette chute n'était peut-être pas due uniquement au manque de potasse, mais elle établit néanmoins l'importance du rôle du potassium dans la végétation.

La terre arable en serait rapidement privée par épuisement, si on ne lui restituait par une fumure appropriée ce qu'elle a fourni au végétal. Il faut lui rendre les matières dont elle ne possède pas un grand excédent au fur et à mesure qu'elles lui sont enlevées. On reporte souvent à Liebig l'honneur de la découverte de cette loi, mais Boussingault et Georges Ville n'ont pas moins de titres à la reconnaissance des cultivateurs. Ceux-ci ont employé de temps immémorial les déchets végétaux et animaux qui forment le fumier d'étable : l'humus recouvrait ainsi ce qu'il avait donné et les principes minéraux enlevés aux pâturages et aux champs réapparaissaient dans les récoltes, à condition toutefois que celles-ci fussent consommées sur le domaine; mais, si elles étaient vendues et si elles sortaient de la propriété, le retour était incomplet. Dès lors, les terres s'anémiaient et les rendements baissaient : les agronomes n'avaient d'autre moyen de rajeunir les champs fatigués et usés qu'en les laissant reposer. L'emploi des engrais chimiques, qui réintègrent méthodiquement dans le sol les éléments que le fumier ne lui rend pas, a permis des cultures intensives dont les anciens ne pouvaient se faire une idée : une récolte de 40 hectolitres par hectare leur eût semblé fabuleuse; Ville en a fait une réalité.

Ce savant et ingénieux maître d'agriculture étudia la nutrition minérale des plantes par une méthode expérimentale indiscutable; la faveur d'un souverain, dont l'esprit scientifique se complaisait aux nouveautés, lui permit de disposer d'un morceau de terre au Jardin des Plantes et plus tard d'un beau champ d'essai à Vincennes; il y poursuivit de remarquables expériences, qui montrèrent la nécessité de 4 éléments pour une alimentation complète et rationnelle du végétal. Ces éléments sont l'azote, l'acide phosphorique, la potasse et la chaux. Il fut amené ainsi à former ce qu'il appelait l'engrais complet, renfermant du nitrate de potasse, du sulfate d'ammoniaque, du superphosphate de chaux et du sulfate de chaux. L'engrais d'étable renferme lui aussi de l'azote, de la potasse, de l'acide phosphorique et de la chaux, mais en trop faible quantité; si l'on en répand 40.000 kilogs par hectare d'une terre moyenne, on n'obtient pas de plus beaux résultats qu'avec 2.310 kilogs d'engrais complet.

La potasse, qui seule doit arrêter ici notre attention, n'est pas plus nécessaire en général que l'azote, l'acide phosphorique et la chaux, mais elle ne l'est pas moins et il en faut une plus grande quantité par hectare. Elle est d'autant plus opérante que l'humus en renferme moins; elle doit être largement mesurée aux terres qui portent du chou, du chanvre, du maïs, du navet, des oignons, de la luzerne, de la betterave, de la pomme de terre, parce que ces plantes soutirent beaucoup de potasse au sol qui les nourrit. La kaïnite convient surtout aux terrains pauvres, sablonneux, marécageux et aux cultures dominantes de l'Allemagne : aussi a-t-elle fait merveille dans le Brandebourg (*der Sandfass*, le sac à sable), le Hanovre, la province de Posen, l'Oldenbourg, etc.; on y donne jusqu'à 25 kilogs par hectare, et cette quantité est encore insuffisante. Le sulfate de potasse s'emploie de préférence dans les terres argileuses, moins perméables.

Les chimistes d'outre-Rhin : Helfferich, Wagner, Krische, Liebke et d'autres, ont publié sur l'action des engrais potassiques des études très fouillées et pleines de chiffres dont je ne veux extraire que quelques données caractéristiques très suggestives. En Allemagne, on a employé en moyenne par hectare, en 1912, 13,22 kilogs de potasse, aux Etats-Unis 1,29 et en France 0,97 : or, voici les rendements en quintaux par hectare en ces diverses contrées :

	froment	seigle	orge	avoine	pommes de terre
	—	—	—	—	—
Allemagne	22,6	18,5	21,9	19,4	150,3
Etats-Unis	10,7	10,6	16,0	13,4	76,2
France	13,6	10,1	14,1	12,7	81,9

Ces rendements décroissent d'un pays à l'autre presque proportionnellement à la quantité de potasse fournie à la terre.

Une loi indiscutable, d'une importance considérable, se dégage de ces chiffres muets; tirons-en les conséquences nationales. Nos agriculteurs étaient décidément trop avares en potasse pour leurs cultures; ils se montraient un peu plus généreux en acide phosphorique et en nitrates, mais ces apports fertilisants, qui leur coûtaient d'ailleurs plus cher, ne comblaient pas le déficit. Aussi nos riches provinces de France ne produisaient guère que la moitié du froment qu'on moissonne dans les tristes landes germaniques, bien moins favorisées du ciel. L'Empire se réservait annuellement 600.000 tonnes de produits potassiques : c'était la moitié de la consommation mondiale; les Etats-Unis en prenaient 300.000 et il en venait en France tout au plus 40.000 tonnes! Voilà des chiffres révélateurs; ils devraient être publiés à son de trompe dans les communes,

affichés dans les mairies, répétés aux enfants des écoles, commentés dans toutes les réunions des sociétés agricoles. Pour les mieux inculquer au fond des esprits, on les lierait à l'exposé des bienfaits de la victoire : la potasse est le don de joyeux retour de l'Alsace recouvrée.

Les engrais potassiques les plus employés sont la kaïnite à 10 % de K^2O, ou 17,5 % de KCl, une autre à 20 % et du sulfate K^2SO^4 à 90 %; on demande aussi quelquefois de la sylvinite à 90 %. A l'aide de ces éléments, on fait avec les produits bruts de la mine des mélanges scientifiquement dosés, suivant la constitution du sol et la nature des cultures : leur richesse est généralement exprimée d'après leur teneur en K^2O, car c'est sous cette forme que les divers sels de potasse sont cédés aux végétaux.

La roche sortant des mines d'Alsace a une teneur moyenne de plus de 30 % de KCl; il n'y a qu'à la broyer finement pour en faire un produit marchand; on enrichit cette kaïnite à volonté, en y mêlant des sels fabriqués par dissolution et cristallisation d'une teneur de 86 % en KCl.

La kaïnite alsacienne (on devrait dire la sylvinite) est très supérieure à la carnallite de Stassfurt, qui renferme une certaine proportion d'un élément indésirable en agriculture, le chlorure de magnésium, et donne lieu à un traitement plus onéreux. La première coûte moins cher à produire, et pourrait donc se vendre un prix moins élevé, alors qu'elle vaut davantage. Il sera possible d'en mettre à la disposition de la culture française des quantités suffisantes pour tous ses besoins et d'en fournir aux marchés de l'étranger tout ce qu'ils nous demanderont. Ce sera une remarquable valeur d'échange : on a estimé à plus de cent millions de francs les achats que l'Amérique seule devra faire dans l'année qui suivra la conclusion de la paix pour revivifier ses terres épuisées par la « famine ».

Nos potasses formeront le complément indispensable des phosphates, que nous tirons d'Algérie et de Tunisie; nos ingénieurs trouveront d'autre part dans nos houilles blanches l'énergie nécessaire pour effectuer industriellement la synthèse de l'ammoniaque et de l'acide azotique, nécessaires à la constitution des engrais complets, qui rendront notre sol aussi fertile qu'aucun autre.

Tels sont les résultats de la conquête du champ de Kali de Cernay.

A nous de dire désormais : « *Unser verbündeter das Kali!* notre alliée la potasse! » La potasse d'Alsace!

Aimé Witz,
Doyen honoraire de la Faculté libre des Sciences de Lille,
Correspondant de l'Institut.

LES CHLORURES DES EAUX POTABLES DE LA CRAIE DE PICARDIE

Au cours des analyses chimiques et bactériologiques des eaux de boisson exécutées au Laboratoire d'armée de 1916-1918, dans les environs d'Estrée-Saint-Denis, Montdidier, Roye, Chaulnes, Saint-Quentin, nous avons eu l'occasion de constater des anomalies remarquables concernant les chlorures et d'en rechercher les causes. Mais avant d'exposer nos résultats, qu'on nous permette, pour en faire ressortir la singularité, de résumer les diverses opinions actuelles des hygiénistes sur cette question si controversée.

I. — POTABILITÉ ET CHLORURES

Sauf pour les terrains salifères ou ceux du bord de la mer, on admet généralement que la potabilité d'une eau est en raison inverse de la proportion de chlorure qu'elle contient.

Chaque fois que l'on décèle dans une eau une certaine quantité de chlorures accompagnés de nitrates, de quelques traces de nitrites, d'ammoniaque, c'est l'indice certain d'une contamination de cette eau par des infiltrations superficielles provenant de déjections animales. Dans ces conditions, beaucoup ont pensé qu'il était utile de fixer une teneur maxima de chlorures, à partir de laquelle on devait regarder une eau comme suspecte pour la santé publique.

Les quantités apportées ont été très variées. Ainsi, le Comité consultatif d'Hygiène déclara une eau suspecte aussitôt qu'elle avait plus de 80 milligrammes de chlorures par litre; puis le Laboratoire municipal abaissa cette limite à 70 mgr. Par contre, dans son Traité d'Hygiène militaire, M. Lemoine l'éleva à 85 mgr. Actuellement le Formulaire pharmaceutique des Hôpitaux de l'armée condamne toutes les eaux qui ont plus de 50 mgr. de chlorures, surtout s'ils

sont accompagnés de plus de 10 mgr. de nitrates.

D'autres auteurs ont cependant été plus réservés. MM. Bonjean et Dienert, dans leurs ouvrages d'hydrologie, ont renoncé à fixer des teneurs limites. Ayant remarqué que, dans chaque région, selon sa nature géologique, les eaux pures ont une teneur normale particulière assez constante en chlorures, ils ont alors pensé que, pour l'appréciation de la potabilité, il était préférable de s'attacher à la variation de cette constante plutôt qu'à sa grandeur. D'après M. Dienert, une élévation minima de 2 mgr. en sus de la teneur normale des sources du périmètre considéré, suffit à déceler des infiltrations dangereuses.

Tout récemment, M. Maillard, dans un mémoire « *sur la valeur de la méthode chimique pour la prospection des eaux* [1] », va encore plus loin. Il tient compte d'une variation de plus grande amplitude, au moins de 6 mgr. de chlorures au-dessus de la teneur normale des eaux potables des sources du bassin. Il a trouvé ce criterium si parfait qu'il a basé sur lui sa méthode chimique et que, d'après les résultats obtenus, il n'a pas craint de formuler les conclusions suivantes :

« 1° Quand la méthode chimique a jeté la suspicion sur une eau, il est inutile que la bactériologie perde son temps à en poursuivre l'analyse. Sur plusieurs centaines d'observations comparatives, je n'ai jamais vu la méthode bactériologique accepter comme bonne une eau que j'avais frappée de suspicion.

« 2° Quand la méthode chimique a déclaré une eau bonne, je n'ai jamais vu la méthode bactériologique la déclarer franchement mauvaise.

« 3° Il se produit toutefois, bien que peu fréquemment, une divergence qui n'est jamais importante, mais dont le sens est celui de la plus grande sévérité de la bactériologie, celle-ci élevant l'échantillon d'un échelon dans l'échelle des pollutions croissantes. »

II. — Les anomalies des eaux de la craie

Or toutes les règles précitées, et même les trois dernières conclusions trop générales concernant l'interprétation des chlorures, sont mises en défaut par les résultats des analyses des eaux potables de la région crayeuse de Picardie. En effet, sur 217 eaux excellentes, sans colibacilles pour les quantités analysées, provenant des examens bactériologiques et chimiques comparatifs de 890 points d'eau, nous en avons trouvé 74, c'est-à-dire 34 %, dont les quantités de chlorures ont dépassé la teneur de 80 mgr. par litre et montaient parfois jusqu'à 500 mgr.

Par rapport à la constante normale des chlorures des sources pures du bassin environnant, qui ne dépassait guère 23 mgr., les variations de la teneur normale des chlorures se sont produites dans des limites considérables sans que la pureté bactériologique de ces eaux ait été compromise.

En outre, nous avons eu des cas fréquents où, dans certains villages, ce n'était pas les eaux les plus chlorurées qui étaient les plus souillées par les colibacilles, mais c'était souvent celles qui se trouvaient le plus faiblement minéralisées. Ainsi au village d'Hangest-en-Santerre, nous avions une eau à 35 mgr. de chlorures et 2.000 coli, alors qu'une autre d'un puits voisin de la même profondeur avait 222 mgr. de chlorures et 0 colibacille ; au village d'Etelfay, nous trouvions une eau à 1.000 coli avec 70 mgr. de chlorures et une autre toute proche à 0 coli et 269 mgr. Ces exemples pourraient être multipliés. Les eaux les moins chlorurées étaient probablement souillées occasionnellement par des eaux sales ; mais, pour les eaux fortement chlorurées, la divergence entre l'analyse bactériologique et l'analyse chimique était énorme ; elle s'était faite dans le sens inverse de la règle établie par M. Maillard. Il n'y a donc rien de plus décevant que de se fier aux résultats d'une seule sorte d'analyse.

Des faits analogues ont déjà été signalés par d'excellents bactériologistes, et encore tout récemment dans l'intéressant travail de MM. Brulé et Hazard [1]. Mais ici ces phénomènes acquièrent une importance nouvelle, en raison de ce qu'ils n'ont jamais été constatés avec une pareille fréquence et des chiffres aussi élevés. C'est pourquoi nous avons pensé qu'il y aurait un certain intérêt à les étudier plus complètement.

III. — Distribution de la chloruration des eaux dans la nappe phréatique

Nos investigations ont porté particulièrement dans la région de Montdidier. D'abord nous nous sommes demandé quelle était la chloruration normale des sources, des eaux pures de la nappe phréatique, ses variations sous les plateaux loin des villages, sous les villages, dans les ravins et dans les vallées.

C'est ainsi que nous avons constaté que la teneur en chlorures des sources et des puits bactériologiquement excellents augmentait à mesure

1. M. Maillard : *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 5 mars 1918.

1. Brulé et Hazard : Valeur comparée des analyses bactériologiques et chimiques des eaux de boisson. *Presse médicale*, 22 avril 1918.

que l'on quittait les vallées, les ravins, et que l'on s'approchait du centre des plateaux. Par exemple, les sources du plateau de Montdidier, dans la vallée des 3 Dons, les puits des villages de cette vallée, les puits des ravins de Laboissière, d'Assainviller, excellents au point de vue bactériologique, ont une teneur assez constante de 23,4 mgr. Dans les ravins ou en dehors des villages, en amont du sens de la circulation des eaux, sur le plateau, les forages exécutés par le Génie et s'alimentant à la même nappe d'eau possédaient une chloruration un peu plus élevée, de 35 à 45 mgr.

Par contre, les puits des villages du sommet des plateaux, tels que ceux d'Etelfay, de Faverolles, de Fignères, de Remaugis, présentaient des eaux dont la teneur en chlorures montait de 35 mgr. jusqu'à 315 mgr.

Sur d'autres plateaux voisins, tels que ceux du Ployron, de Brunvillers-la-Motte, de Mesnil-Saint-Georges, certaines eaux de puits, toujours pures bactériologiquement, ont atteint 538 mgr. de chlorures, accompagnés de quantités énormes de nitrates dépassant quelquefois 400 mgr.

Et ce qu'il y a d'étonnant pour les puits des villages de ces plateaux s'alimentant à la même nappe d'eau à 35 ou 40 mètres de profondeur, c'est que, dans chaque village, chaque puits a sa teneur en chlorures et en nitrates qu'il conserve dans le temps, sans que cette dernière soit en relation avec la colimétrie.

Voici par exemple le cas de Montigny-en-Chaussée. L'analyse d'une moto-pompe chaîne-hélice du Génie s'alimentant à une profondeur de 40 mètres donne le 8 janvier 1917 une alcalinité Bonjean de 310 mgr., 0,7 mgr. de matière organique, 175 mgr. de chlorures, 67 mgr. de nitrates, 0 colibacille. L'analyse du même point d'eau, accomplie un an plus tard, le 3 mai 1918, nous apporte : alcalinité Bonjean, 310; matière organique, 0,7; chlorures 163,8 mgr.; nitrates, 65 mgr.; colibacille, 0. La teneur élevée en chlorures et en nitrates a donc été retrouvée avec la même pureté bactériologique.

D'autre part, non loin de là, dans les communs du château de Montigny, une pompe s'alimentant au même niveau avait 23 mgr. de chlorures, 9 de nitrates et 1.000 coli.

IV. — Origine des chlorures

D'où viennent ces chlorures? Doit-on invoquer pour expliquer leur apport la nature géologique du terrain parcouru par les eaux souterraines?

Si nous étudions la géologie de ces plateaux, nous constatons que les puits de leur surface traversent les terrains suivants : 1° 3 à 5 mètres de limons quaternaires; 2° 30 à 40 mètres de craie blanche à Bélemnitelles, dont les dernières couches sont constituées par des bancs durs, imperméables, de craie noduleuse à *Micraster* formant la base du niveau d'eau.

La nappe phréatique, il est important de le constater, n'est pas ici une véritable nappe; c'est un réseau de canalicules aquifères s'anastomosant entre eux, formant des mailles plus ou moins larges selon l'état de fissuration de la craie. Les eaux s'accumulent dans ces canalicules, et à partir de la zone imperméable remontent à travers le réseau jusqu'à ce qu'elles atteignent leur niveau piézométrique.

Or l'analyse de la craie qu'elles rencontrent dans leur parcours n'a pas revélé, comme dans les terrains salifères du Permien, du Trias, du Lias, la présence de bancs de sel.

Malgré la forte chloruration de certaines eaux, il n'y a pas lieu de lui attribuer une origine géologique. Elle est due à une autre cause. Nous l'avons trouvée dans la localisation permanente des infiltrations superficielles des eaux résiduaires souillées par les fumiers, les fosses d'aisance, que les habitants établissent depuis de nombreuses années dans les mêmes endroits plus ou moins près de leurs puits. La présence des nitrates en grande quantité, de traces de nitrites et même d'ammoniaque décelées dans ces eaux nous en apporte les preuves incontestables.

Mais alors comment se fait-il que, dans ces villages, tous les puits s'alimentant au même niveau d'eau ne soient pas contaminés par les bactéries de la matière fécale?

V. — Role de la Structure physique du terrain

Pour l'expliquer, il faut tenir compte du rôle considérable que jouent les limons quaternaires de ces plateaux. N'oublions pas que leur stratigraphie nous montre généralement :

1° 50 à 60 centimètres de terre végétale travaillée par les façons culturales;

2° 50 cm. à 1 mètre de limons argilo-sableux brun foncé;

3° 1 à 4 mètres d'ergeron, dépôt beaucoup plus constant, constitué de sables fins mélangés à des fragments de craie et de silex;

4° 25 à 50 cm. de sables gras à nombreux silex du Diluvium des plateaux;

5° Une très mince couche d'argile de 2 à 3 cm., plus ou moins discontinue, mais très insuffisante pour donner lieu à un niveau d'eau permanent.

Or ces limons se laissent tous traverser lentement par les eaux superficielles. Ils sont un milieu particulièrement favorable à une excellente épuration biologique et à une bonne filtration.

Dès lors, on comprend comment les infiltrations superficielles, chargées de chlorures et de nitrates, débarrassées des bactéries de la matière fécale, atteignent par les fissures de la craie la nappe phréatique et, la minéralisant en certains endroits, rendent ses eaux chimiquement mauvaises pendant qu'elles sont bactériologiquement potables.

Nous arrivons maintenant à un point fort difficile. Pourquoi l'eau du réseau aquifère de la nappe phréatique n'a-t-elle pas dans toute son étendue la même concentration en chlorures et en nitrates? Pourquoi cette teneur, assez constante dans chaque puits bien protégé, varie-t-elle autant d'un puits à l'autre, dans les villages du centre des plateaux, et s'abaisse-t-elle lorsque l'on gagne les ravins et les vallées où elle atteint son minimum?

La raison en est dans l'hydrologie très complexe de ces régions. Depuis longtemps, les géologues ont constaté que, dans le terrain crétacé de la Picardie, il y avait, au point de vue de sa structure physique, deux sortes de craie: la craie fendillée des ravins et des vallées absorbant la plus grande partie des eaux de pluie, et la craie compacte des plateaux, parcourue par des fractures et des diaclases plus rares, très pauvres en eau.

Ces deux états de fissuration de la craie, en relation directe avec les accidents tectoniques qu'elle a subis, ont donné lieu à deux régimes hydrologiques bien différents : celui des plateaux avec un réseau aquifère peu développé à faible débit, et celui des ravins et des vallées, avec un réseau aquifère très abondamment ramifié à grand débit.

Dans ces conditions, on conçoit pourquoi les eaux fortement chlorurées du réseau aquifère à faible débit des villages du sommet de chaque plateau se diluent de plus en plus dans les eaux nouvelles qu'elles rencontrent en se rendant au réseau plus riche des ravins et des vallées où elles acquièrent en chlorures la teneur minima des sources.

Quant au phénomène si curieux de la chloruration, de la minéralisation particulière de chaque puits dans un même village, il trouve son explication dans l'importance et le nombre des filets d'eau du réseau qui alimentent chaque puits et dans les rapports constants que ce dernier possède avec les infiltrations superficielles les plus proches provenant des matières organiques accumulées continuellement dans les mêmes endroits, depuis de nombreuses années.

Maintenant, s'il arrive fréquemment que la minéralisation d'un puits n'a aucune influence sur celle du puits voisin, c'est parce que souvent chaque puits est installé sur une ramification différente du réseau dont les branches peuvent se rejoindre en dehors du village.

VI. — Conclusion

En somme, la constitution géologique de cette région de la Picardie, où une certaine épaisseur de limons quaternaires plus ou moins perméables recouvrant la craie permet en beaucoup d'endroits sur les plateaux la filtration et l'épuration biologique des eaux contaminées des villages, nous rend compte pourquoi nous avons rencontré en aussi grand nombre des eaux litigieuses potables fortement chlorurées et nitratées dont l'analyse chimique contredisait l'analyse bactériologique.

D'autre part, la teneur particulière en chlorures des divers points du réseau aquifère est non seulement le résultat du mode d'apport et de distribution de ces derniers dans le réseau, mais encore provient du changement qui s'opère dans le débit du réseau, lorsqu'il passe de la craie peu fissurée du centre des plateaux à la craie très fendillée des ravins et des vallées, où se rendent la majeure partie des eaux de pluies et de ruissellement.

Dans la craie où la circulation des eaux est si complexe, si capricieuse, on ne peut donc pas se fier à la chloruration et à son mode de variation, pour apprécier la potabilité.

L'analyse bactériologique, dont certains hygiénistes pensent encore pouvoir se passer, est absolument indispensable.

Mais parce que l'analyse chimique a éliminé dans ces régions plus d'un tiers des eaux bactériologiquement excellentes, a-t-elle été pour ces cas particuliers complètement inutile? Devons-nous négliger ses indications?

Nous ne le pensons pas. Quoique bactériologiquement excellentes, ces eaux où la méthode chimique a décelé de grandes quantités de chlorures et de nitrates, marques indéniables d'importantes infiltrations superficielles, sont à surveiller par des analyses bactériologiques fréquentes.

Car si, à la suite de certaines circonstances, telles que des remaniements de limons par des fouilles, la filtration était compromise, les eaux du réseau de la nappe phréatique recevraient les bactéries des souillures superficielles et deviendraient dangereuses.

Paul Becquerel,

Chargé d'enseignement pratique de Botanique à la Faculté des Sciences de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Boutroux (Pierre), *Professeur à l'Université de Princeton.* — **Les Principes de l'Analyse mathématique. Exposé historique et critique.** *Tome II. — 1 vol. in-8° de 512 p. avec fig. (Prix : 20 fr.). Librairie A. Hermann, Paris,* 1919.

M. Pierre Boutroux est un mathématicien doué d'esprit philosophique — (le contraire serait bien étonnant) — et muni d'une érudition très considérable. Dans ces conditions, son livre ne pouvait manquer d'être très intéressant. On peut dire que *tout* y est passé en revue, les notions, les méthodes, les faits classiques, c'est-à-dire ces théorèmes et propriétés fondamentales des êtres mathématiques qu'on ne peut ignorer et qui constituent l'ambiance normale du mathématicien. Le lecteur verra, avec plaisir, défiler devant lui les données actuelles de la science, les idées, leur histoire, leur évolution.

On sait qu'il y a, dans les Mathématiques positives, une branche très abstraite, la doctrine des *transformations* et des *groupes*.

Il est très intéressant, pour un géomètre, d'édifier sur cette doctrine sa conception du nombre entier, de l'espace géométrique, etc. Par contre, ceux qui ont voulu faire de ces études une science autonome ont rarement été heureux et ont couru le risque de faire figure de cymbales retentissantes, plutôt que de savants.

Au sujet des échafaudages formels, qui prétendent relever de la Logique pure et exclure toute intuition, Poincaré a écrit des pages claires et vivantes, qui satisfont un savant, infiniment plus que les mémoires des Cantor et des Dedekind... M. P. Boutroux semble bien être, à peu près, de mon avis (voir page 200, à propos de M. Hilbert).

Si un jeune étudiant trouve beaucoup d'occasions de s'instruire, dans cet excellent exposé, il s'instruira davantage encore s'il a l'esprit plus mûr et plus riche en expérience mathématique.

R. D'ADHÉMAR.

Dejust (J.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à l'Ecole Centrale.* — **Chaudières à vapeur.** *2e édition, entièrement revue et mise à jour par* ANDRÉ TURIN, *Ingénieur des Arts et Manufactures, Répétiteur à l'Ecole Centrale. — 1 vol. in-16 de XII-670 p. avec 542 fig. et 2 pl. de la « Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics » (Prix relié peau souple : 30 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris,* 1919.

Malgré la concurrence du moteur à explosion et de la houille blanche, la chaudière à vapeur conserve toujours une importance primordiale dans l'industrie, sinon dans les petites installations, du moins dans les grandes usines, productrices de « force en gros », où, grâce aux perfectionnements apportés successivement à ses divers organes, le rendement de la transformation de l'énergie va constamment s'améliorant. On conçoit donc l'utilité d'un ouvrage comme celui de M. Dejust, qui se propose de traiter toutes les parties de cette vaste question. Il ne s'agit d'ailleurs point d'une œuvre entièrement nouvelle, mais d'un livre dont le succès d'une première édition a déjà consacré la valeur. La mort prématurée de l'auteur l'a empêché de préparer complètement la seconde édition, mais il a trouvé en M. André Turin un continuateur de son œuvre dont la compétence s'est déjà affirmée dans deux autres ouvrages : *L'alimentation des chaudières* et *Les foyers de chaudières.*

L'édition actuelle comprend cinq parties.

La première, après des généralités sur la formation et les propriétés de la vapeur d'eau et sur la combustion et les combustibles, traite de la *production de la chaleur*, c'est-à-dire des foyers, cheminées et carneaux, injecteurs et ventilateurs.

La seconde partie est consacrée à la *production de la vapeur*, qui est assurée par les chaudières proprement dites (étude des divers types, établissement) et par les surchauffeurs.

La troisième partie étudie les *organes accessoires* des chaudières : appareils de sûreté, dispositifs d'alimentation, moyens de combattre les incrustations, etc.

La quatrième partie expose les causes d'accidents et d'explosion des chaudières, les règles à suivre pour leur conduite et leur entretien, et la réglementation de ces appareils.

Enfin la cinquième partie est relative au *transport de la vapeur;* l'auteur y décrit l'installation d'une canalisation et les appareils accessoires de celle-ci.

Un appendice indique la marche à suivre pour le calcul des dimensions d'une chaudière.

Cet ouvrage, très clairement écrit et abondamment illustré, figurera en bonne place dans la bibliothèque de tous ceux qui ont à s'occuper d'appareils à vapeur.

C. MAILLARD.

2° Sciences physiques

Tillieux (J.). — **Leçons élémentaires de Physique expérimentale, selon les théories modernes.** — *1 vol. in-8° de 390 p. avec 490 fig. (Prix : 6 fr. 50). Ceuterick, éditeur, Louvain, 1919.*

Il n'est pas dans les habitudes de la *Revue* de rendre compte des ouvrages destinés à être mis dans les mains des élèves de l'enseignement secondaire; le fait seul qu'il est dérogé à cet usage en faveur des *Leçons de Physique expérimentale, selon les théories modernes*, de M. J. Tillieux, est un indice que ce livre est un travail de valeur, dont l'importance pédagogique mérite d'être prise en considération par tous ceux qui ont souci de la formation intellectuelle de la jeunesse qui nous suit.

En 1915, à Louvain qui réparait activement ses plaies, M. Tillieux faisait paraître chez l'éditeur Ceuterick un *Essai d'un Traité élémentaire de Physique selon les théories modernes.* L'accueil fait à cet Essai, malgré les difficultés créées par l'état de guerre, fut tel que le tirage en est actuellement épuisé. — Une 2e édition, très augmentée, est en préparation.

La raison de ce succès ne doit pas être cherchée dans l'impossibilité où était le public belge de se procurer des ouvrages français. Il avait, dans son propre fonds, d'excellents traités de physique conçus suivant le plan habituel, celui de Seligmann entre autres. La faveur avec laquelle fut reçu le livre tenait uniquement à l'esprit nouveau qui l'animait.

Faisant table rase des divisions habituelles des cours de Physique en Pesanteur, Acoustique, Optique, etc., divisions que l'on trouve dans les programmes universitaires belges comme dans les nôtres, M. Tillieux essaie de construire tout un cours en suivant l'ordre logique que nous allons voir, et y arrive.

L'esprit et l'ordre de cet Essai ont été jugés si favorablement par plusieurs de ses collègues, que l'auteur s'est décidé, sur leur demande, à publier un travail plus élémentaire, « qui pût être mis dans les mains des élèves, et où l'expérience occuperait la place qui lui revient et servirait de fondement à l'exposé des théories ». Telles sont les *Leçons* qui viennent de voir le jour. — Un coup d'œil jeté sur la table des matières permettra de distinguer en quoi ces leçons diffèrent des classiques existants.

Dès l'Introduction, partant du fait de la divisibilité de la matière, l'auteur fait passer l'élève, des corps de l'échelle des astres à ceux de l'échelle des molécules,

aux atomes, aux électrons, puis à l'éther. C'est par l'application à chacun de ces groupes des lois de la Mécanique élémentaire, rappelées d'une façon un peu trop succincte peut-être dans les trois premiers chapitres, qu'il nous mène à l'interprétation naturelle de la plupart des phénomènes connus.

La première partie du livre est consacrée au domaine du Pondérable, passé en revue en cinq chapitres de longueur très inégale. Chap. I : Les Mondes, très court, puisqu'il ressortit à l'Astronomie. Chap. II : Les corps en présence de la Terre (pesanteur). Chap. III : Des corps terrestres, actions mutuelles ; deux pages seulement, mais qui suffisent à établir le principe de la détermination de la masse de la Terre. Chap. IV : Les molécules ; successivement sont étudiés leur équilibre naturel (élasticité), leur équilibre contraint (vibrations et son), et la rupture de l'équilibre interne des corps (résistance et viscosité). Chap. V : Les atomes (équilibres et réactions chimiques). Chap. VI : Les électrons : statique (électricité statique), dynamique (courants dus à des causes extérieures, courants dus à des causes intraatomiques : radioactivité).

Dans la seconde partie de ses *Leçons*, M. Tillieux traite de l'Impondérable; c'est le domaine de l'éther. Le champ électrique est défini comme représentation graphique des tensions de l'éther. L'étude du champ magnétique est celle de l'énergie cinétique de l'éther, l'induction électro-magnétique celle de l'inertie de l'éther. Les oscillations de l'éther conduisent aux oscillations hertziennes, aux oscillations calorifiques (ondes calorifiques, ondes lumineuses, ondes actiniques, et absorption des ondes), aux rayons X et γ et aux régions inconnues du spectre. Enfin, dans un dernier chapitre, l'auteur n'hésite pas à présenter aux jeunes travailleurs la masse comme une fonction de la vitesse, et à dire quelques mots de la nature de l'électron.

L'ouvrage se termine par un choix judicieux de problèmes *résolus* destinés à « apprendre l'emploi des unités dans l'application des formules de physique ». En cours de route, l'étudiant a d'ailleurs trouvé beaucoup d'autres applications numériques.

On le voit, ce livre est très loin de l'orientation habituellement donnée aux cours élémentaires de Physique. L'intérêt y est sans cesse soutenu par l'attraction si forte qu'exerce la théorie sur l'imagination. Dans l'*Essai de Traité élémentaire*, les expériences étaient plutôt amenées par les raisonnements, ce qui peut ne pas présenter d'inconvénient pour des lecteurs déjà accoutumés à la discipline scientifique. Ici, l'expérience vient avant la théorie, elle en est le fondement, comme il est nécessaire. Mais l'élève se rend compte, à chaque pas, qu'à son tour la théorie donne naissance à l'expérience, et que des découvertes capitales ont eu pour point de départ des considérations théoriques. — La disposition typographique adoptée permet d'ailleurs sans cesse de distinguer ce qui est définitivement acquis à la science de ce qui est hypothèse.

Sous sa forme même, le livre de M. Tillieux ne pourrait guère pénétrer dans nos lycées et collèges, où l'on se propose malheureusement avant tout de préparer aux baccalauréats. Mais la voie nouvelle dans laquelle l'auteur essaie d'orienter l'enseignement élémentaire de la Physique mérite d'être retenue et d'inspirer nos maîtres à l'heure où l'on sent partout le besoin de s'affranchir des formules surannées, à l'heure où ces maîtres font tendre leurs efforts à la réorganisation de l'Université, à la transformation de méthodes pédagogiques qui furent bonnes peut-être, mais qui ne sont certes plus en harmonie avec le devenir social.

L. GUINET,
Professeur à l'Institut des Hautes Etudes de Bruxelles.

Henderson (G. G.), *Professeur de Chimie au Collège technique royal de Glasgow.* — **Catalysis in industrial Chemistry.** — *1 vol. in-8° de 202 p. de la collection « Monographs on industrial Chemistry ». (Prix cart. : 9 sh.). Longmans, Green and Co, éditeurs, Londres*, 1918.

On appelle catalyseur un corps qui, sans prendre part apparemment à une réaction, peut par sa présence la provoquer, l'accélérer ou l'orienter dans une direction nouvelle. Le rôle du catalyseur est quelquefois expliqué, mais il est le plus souvent obscur ; aussi les réactions par catalyse chargent-elles la mémoire du chimiste, qui sera heureux de trouver encore un ouvrage qu'un index des catalyseurs employés et des substances préparées rend d'une utilisation facile.

Après quelques généralités bien connues exposées en une quinzaine de pages, l'auteur aborde les diverses réactions de Chimie minérale qui forment l'objet de deux chapitres développés dans le premier tiers du livre. Le reste est consacré aux réactions de la Chimie organique.

Trois grandes industries basées sur la catalyse apparaissent en relief. Ce sont celles de l'acide sulfurique, de l'ammoniac et de l'acide azotique.

C'est par centaines de milliers de tonnes que se chiffre la production annuelle de l'acide sulfurique par la méthode dite de contact. L'auteur fait un historique de la question et montre que tous les brevets pris dans le courant du XIXe siècle échouèrent industriellement jusque vers 1890. La masse de contact était en effet le platine ou mieux l'amiante platiné, et ce catalyseur coûteux était vite mis hors d'usage par des impuretés du gaz sulfureux, notamment l'arsenic. Se débarrasser de ce redoutable « poison » fut une des difficultés les plus grandes à surmonter. La réaction est réversible, mais l'utilisation de la loi de l'action de masse permet de convertir pratiquement tout le gaz sulfureux, à condition d'employer un excès d'oxygène (air). La réaction s'effectue à la pression ordinaire. On a récemment proposé, pour remplacer le platine, l'oxyde de fer et de cuivre provenant du grillage des pyrites. Il est indispensable d'éviter le refroidissement après le grillage. Les deux opérations s'effectuent donc dans un même four convenablement aménagé. Les poisons sont moins à redouter, car on a le catalyseur à discrétion, mais on ne transforme pas quantitativement le gaz sulfureux.

La synthèse de l'ammoniac est encore plus à l'ordre du jour. L'hydrogène et l'azote se combinent directement en présence d'osmium, de carbure d'uranium et pratiquement de fer. Cette réaction est une réaction d'équilibre. Il se forme au plus 14 % d'ammoniac. Il est donc nécessaire de condenser le produit formé et de faire rentrer en réaction les gaz non transformés. La nécessité d'opérer sous de très fortes pressions (150 à 200 atm.) crée de grandes difficultés pour la construction des appareils. Durant ces quatre dernières années, la « General chemical Company » a beaucoup diminué la température et la pression nécessaires par l'emploi comme catalyseurs de métaux alcalins ou de ferrocyanures. Signalons d'autre part qu'on peut rendre le fer plus actif par addition de petites quantités de substances étrangères comme la potasse. Cette industrie, qui ne date que de 1913, a pris un essor considérable, comme on peut s'en rendre compte par les quantités croissantes de sulfate d'ammoniaque produites par la Badische Anilin :

1913	20.000	tonnes
1914	60.000	—
1915	150.000	—
1916	300.000	—
1917	500.000	—

Une grande partie de cet ammoniac est transformé en acide azotique. L'oxydation se fait par le passage, pendant une petite fraction de seconde, d'ammoniac et d'air sur des toiles métalliques en platine. Le fer s'emploie aussi avantageusement.

Pendant la guerre, les carbures aromatiques furent d'une grande importance. Le passage de vapeurs de pétrole mélangées d'hydrogène sur des métaux comme le fer, le cuivre, le nickel, etc., donne du benzène.

Le toluène, d'importance toute particulière, a été préparé par action sur le benzène du chlorure de méthyle en présence de chlorure d'aluminium et de tournure de fer. Le chlorure de méthyle était lui-même obtenu par action de l'acide chlorhydrique sur l'alcool méthylique en présence de chlorure de zinc fondu.

Ces quelques exemples ont été choisis parmi le nombre considérable de réactions catalytiques décrites dans l'ouvrage. Il est impossible d'en donner ici une idée complète; beaucoup d'ailleurs n'intéressent que des spécialistes.

Jh. Martinet,
Docteur ès Sciences physiques.

Giua (Michele), *Professore incaricato di Chimica generale nella R. Universita di Sassari.* — **Chimica delle Sostanze esplosive.** — *1 vol. gr. in-8° de 557 p. avec 83 fig. et 7 pl.* (*Prix : 28 lire*). *Ulrico Hoepli, Milan*, 1919.

Ecrire un traité général et détaillé des explosifs constitue une tâche considérable et qui paraît ne pouvoir être accomplie que par la collaboration étroite des différents spécialistes (fabricants, chimistes, consommateurs, etc.).

Dans le livre qu'il vient de publier, M. Giua s'est efforcé d'étudier les explosifs d'une manière suffisamment générale pour n'omettre entièrement aucun des points de vue auxquels on peut se placer, mais en insistant plus particulièrement, ainsi qu'il le dit dans sa préface, sur la constitution chimique des matières explosives. Même ainsi limité, le sujet reste encore très vaste; les substances dont il faut faire l'étude sont très différentes, suivant qu'il s'agit de poudres, d'explosifs proprement dits, de mélanges gazeux explosifs, d'allumeurs initiaux, etc.; leur fabrication industrielle n'est généralement parfaitement connue que des spécialistes qui les produisent. Il est devenu encore plus difficile depuis quelques années, en raison du développement pris par l'industrie des explosifs, de donner sur ces corps des renseignements exacts et complets. Il faut savoir gré à M. Giua d'avoir réuni dans son livre un très grand nombre de renseignements qui se trouvent dispersés dans diverses publications; ces renseignements, quoique forcément incomplets, seront extrêmement utiles aux spécialistes.

La première partie de l'ouvrage est consacrée aux généralités sur les explosifs.

Dans la deuxième partie, l'auteur passe en revue les principaux explosifs; pour chacun d'eux, il examine d'abord les matières premières; il décrit ensuite les procédés de préparation, puis enfin les propriétés du produit obtenu. Les dérivés nitrés du benzène et du toluène sont soigneusement étudiés; l'auteur a d'ailleurs apporté à la connaissance de ces dérivés une contribution importante; la large place qu'il donne à l'analyse thermique des mélanges de produits explosifs est justifiée par les nombreuses applications que ces mélanges ont reçues dans la pratique. Nous devons signaler toutefois dans cette partie quelques négligences et quelques lacunes presque inévitables.

La troisième partie traite des mélanges explosifs; nous croyons que les poudres propulsives, qui ont été classées dans cette partie avec un grand nombre de mélanges moins intéressants, auraient dû, en raison de leur importance, faire l'objet d'une étude spéciale plus approfondie.

La quatrième partie est consacrée aux gaz et aux mélanges gazeux explosifs.

Dans la cinquième partie, l'auteur s'occupe des allumeurs initiaux; les azotures et les fulminates sont étudiés d'une manière très complète. Nous croyons devoir signaler à ce sujet que le remplacement du fulminate de mercure par l'azoture de plomb a été indiqué pour la première fois dans les brevets du chimiste français Hyronimus, antérieurs aux brevets du Docteur Wöhler.

La sixième partie est consacrée à l'étude des méthodes d'essai des explosifs. L'épreuve Angeli, décrite en détail, est presque identique à l'épreuve au rouge Congo utilisée depuis longtemps en France pour l'examen des poudres B. Nous ferons remarquer d'ailleurs que les essais de ce genre fournissent des indications sur l'état de la poudre au moment de l'essai, mais qu'ils ne renseignent pas sur sa stabilité et ne sauraient remplacer les épreuves plus complètes actuellement en usage.

L'analyse des poudres sans fumée, qui présente très souvent de grandes difficultés, gagnerait à être traitée plus longuement; il en est de même de l'analyse des mélanges fulminants.

L'élégante méthode de Dautriche est décrite en quelques lignes et les très importants travaux de cet auteur sont passés sous silence.

A notre avis, cette sixième partie aurait dû être plus détaillée; nous aurions voulu, en particulier, trouver dans cet ouvrage, destiné à des chimistes, la discussion des résultats fournis par les différentes méthodes d'essai qui s'y trouvent décrites.

Malgré ces quelques critiques de détail, l'ouvrage de M. Giua reste des plus intéressants; il a sa place marquée dans la bibliothèque de tous ceux qui, à un titre quelconque, ont à s'occuper des explosifs.

P. Jovinet,
Agent Chimiste Principal militaire
des Poudres.

3° Sciences diverses

Gérin (O.-J.), *Professeur à l'Ecole des Hautes Etudes commerciales, avec le concours de* MM. Et. Damour *et* L. H. Serre. — **Précis intégral de Publicité.** — *1 vol. in-8° de 324 p. avec fig.* (*Prix : 12 fr.*). *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

D'empirique, qu'elle était presque exclusivement jusqu'à ces dernières années, la publicité tend à devenir rationnelle, c'est-à-dire à s'appuyer sur des données scientifiques. En Amérique, où ce mouvement a pris naissance, la publicité fait l'objet d'études expérimentales dans les laboratoires de psychologie. C'est également sur des notions d'ordre psychologique que M. Gérin et ses collaborateurs se basent pour établir les règles de l'action commerciale.

« Le terme final de la publicité commerciale ou industrielle est l'achat par le public de la chose proposée par l'annonceur. Pour arriver à ce résultat, *la publicité doit suggérer l'achat.* » La théorie suggestive de la publicité a été formulée explicitement pour la première fois par M. Gérin[1], et c'est à en développer les principes et les applications que le présent ouvrage est consacré. Il est divisé en cinq parties.

La première traite des principes et montre en particulier les différentes modalités de la suggestion en publicité; un chapitre important y est réservé au rôle de la vision.

La seconde partie expose les moyens d'exécution matérielle de la publicité : typographie, lithographie, photogravure et galvanoplastie, illustration, etc.

Dans la troisième partie, les auteurs développent l'application des principes aux moyens de publicité dans une série de chapitres intitulés : l'annonce, l'affiche, le tableau-publicité, la chronique, la circulaire, la lettre-formule, les primes, l'échantillon, l'étalage.

La quatrième partie est consacrée aux media, c'est-à-dire aux éléments matériels destinés à véhiculer ou à supporter les moyens de publicité : journaux et revues, murs intérieurs ou extérieurs.

Enfin la dernière partie montre comment doit s'organiser un plan de campagne en vue d'une publicité déterminée.

Au moment où la reprise des affaires va communiquer un grand développement à la publicité, le livre de M. Gérin sera d'un précieux secours à tous ceux qui voudront faire une publicité profitable. C. M.

1. O.-J. Gérin et C. Espinadel : La publicité suggestive.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Juin 1919

M. **H. Andoyer** est élu membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de M. Ch. Wolf, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Rateau** : *Théorie de la montée rectiligne des aéroplanes. Vitesse ascensionnelle maximum.* L'auteur arrive aux résultats suivants : La vitesse sur la trajectoire en montée sous l'angle optimum est, à peu près, inversement proportionnelle à la racine carrée du poids spécifique de l'air. La pente maximum de la trajectoire a lieu lorsque le pilote donne aux ailes de l'avion l'incidence optimum. La vitesse ascensionnelle décroît à peu près linéairement avec l'altitude; elle dépend surtout de la hauteur du plafond. — M. **A. Cornu-Thénard** : *Sur les essais de flexion par choc de barreaux entaillés.* Pour la grande majorité des aciers trempés et revenus ou recuits normalement, les travaux absorbés par la rupture de barreaux entaillés diffèrent très peu les uns des autres, que la sollicitation soit vive ou lente. Toutefois, l'extra-doux cristallisé à gros grains fait exception à cette règle, et il peut y en avoir d'autres. Ce fait suffit, à lui seul, à imposer le choc dans l'exécution des essais de flexion sur barreaux entaillés, et à interdire l'action progressive, malgré tout l'intérêt que ce dernier genre d'épreuves pourrait offrir. Il faut prévoir, d'autre part, dans la définition des machines de choc, une limite inférieure à la hauteur de chute. — M. **Létang** : *Sur les phénomènes qui se produisent dans la combustion de la poudre en vase clos.* Si l'on suppose que les produits de la décomposition de la poudre soient constamment les mêmes et dans les mêmes proportions, on doit admettre que la vitesse de combustion est proportionnelle à la pression. Mais si les produits de la décomposition varient tout le long de la combustion, la proportionnalité de la vitesse de combustion à la pression ne saurait exister que si la variation de la densité de chargement n'est pas trop étendue.

2° Sciences physiques. — M. **G. Guilbert** : *Sur la prévision, à courte échéance, des variations de pression de faible amplitude.* L'auteur montre que sa méthode de prévision du temps ne s'applique pas seulement aux cas types et aux vents forts; elle a donné ses meilleurs résultats dans des mois d'été, à vents faibles, à faibles variations : juillet 1914 et juillet 1917, avec 89 et 90 % de succès. — M. **M. Brillouin** : *Actions mécaniques à hérédité discontinue par propagation; essai de théorie dynamique de l'atome à quanta.* L'auteur formule l'hypothèse dynamique suivante pour représenter les propriétés essentielles de l'atome de Bohr: Outre la vitesse de la lumière, le milieu universel (éther) possède une célérité de propagation *beaucoup plus petite* (de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres par seconde). Les phénomènes de quanta apparaissent lorsque les électrons se meuvent avec une vitesse supérieure à cette célérité, le long d'orbites quasi-périodiques, de telle sorte que l'électron soit à chaque instant dans le champ d'un nombre fini de ses positions antérieures. — M. **L. Benoist** : *Nouvelles parois poreuses à filtration dissymétrique.* L'auteur a pensé que si l'on pouvait réaliser des plaques d'une porosité spéciale où le diamètre des pores irait en variant progressivement d'une face à l'autre, le passage d'un même gaz ou d'un même liquide au travers d'une telle cloison, au lieu de se faire avec la même vitesse dans les deux sens, serait accéléré dans le sens des diamètres croissants, par analogie avec l'effet Venturi. L'expérience a confirmé ces prévisions. Avec des plaques en faïence poreuse à trois étages de porosités bien distinctes, le rapport de la vitesse d'écoulement de l'eau dans les deux sens a été de 1,27. — MM. **H. Abraham** et **Eug. Bloch** : *Amplificateurs pour courants continus et pour courants de très basse fréquence.* Les auteurs ont réalisé ces deux types d'amplificateurs en établissant des liaisons entre lampes à trois électrodes successives d'un amplificateur à résistances soit par piles, soit par des capacités très élevées. Ces amplificateurs peuvent servir en t. s. f., à l'entretien des oscillations mécaniques lentes, à la mesure des courants continus très faibles d'ionisation. — MM. **G. Chavanne** et **L. J. Simon** : *Préparation de quelques hydrocarbures volatils acycliques ou cycliques saturés renfermés dans les essences de pétrole.* La synthèse de l'isohexane a été effectuée en partant de l'oxyde de mésityle de l'acétone, qui est hydrogéné, puis déshydraté, puis hydrogéné de nouveau; Eb. 61°,7-62°,4. L'isoheptane s'obtient par condensation des bromures d'éthyle et d'iso-amyle au moyen du sodium; Eb. 90°-91°. L'heptane a été préparé par hydrogénation catalytique de l'heptine de l'œnanthol; Eb. 98°-98°,3. L'octane s'obtient par action de Na sur le bromure de butyle normal; Eb. 125°,8. — MM. **G. Charpy** et **G. Decorps** : *Sur les conditions de formation du coke.* Les auteurs ont étudié l'influence de la compression préalable et de la température de cuisson sur la formation du coke par les charbons assez riches en matières volatiles. La compression préalable donne souvent une amélioration notable de la résistance du coke, mais parfois aussi une diminution marquée. La cuisson en deux temps, d'abord vers 500°, puis à 900°, réalise la plus forte amélioration de la résistance du coke.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Termier** : *Phénomènes de charriage, d'âge alpin, dans la vallée du Rhône, près d'Avignon.* L'auteur a observé sur la rive droite du Rhône, le long de la route qui va d'Avignon à Aramon, une bande de mylonite de calcaire néocomien, intimement liée à son substratum calcaire et surmontée par la mollasse. Une zone d'Urgonien mylonitique parallèle court, d'autre part, le long du bord du plateau urgonien, de Nîmes à Châteauneuf-Calcernier. Pour l'auteur, les accidents en question sont des surfaces de charriage, plongeant au SE et planes sur de vastes espaces. Ces surfaces sont analogues à celles qui séparent les unes des autres les diverses écailles du pays d'Alais, et leur direction est à peu près la même; ce sont des manifestations d'une seule et même cause. — M. **P. Girard** : *Schème physique pour servir à l'étude de la nutrition minérale de la cellule.* On sait le rôle que joue, dans la théorie de la diffusion des électrolytes, le champ que crée l'inégale mobilité des deux ions d'un électrolyte dissocié. L'interposition entre la solution électrolyte et l'eau pure d'un septum polarisé (siège d'une différence de potentiel) modifiera considérablement la valeur ou même l'orientation de ce champ; le jeu des forces électriques qui interviennent dans le passage vers l'eau pure des ions de charge contraire pourra être alors perturbé d'une façon telle qu'il devienne possible que ces deux sortes d'ions ne diffusent plus en proportion chimiquement équivalente. On aura ainsi réalisé un analogue de la cellule vivante, qui présente vis-à-vis de certains ions une perméabilité considérable et vis-à-vis d'autres une perméabilité très réduite. — M. **A. Ch. Hollande** : *Formes levures pathogènes observées dans le sang d'Acridiens* (Caloptenus italicus). L'auteur a observé à Gresse (Isère) des Criquets malades dont le sang renfermait un grand nombre de formes levures; celles-ci, injectées à des Criquets sains, leur communiquaient rapidement la maladie. Le parasite n'existe que dans le sang ou la partie terminale de l'intestin. En culture, ces formes émettent parfois des filaments mycéliens. — M. **J. Dufrénoy** : *Sur les maladies parasitaires des chenilles processionnaires des Pins d'Arcachon.* Les

chenilles de *Cnethocampa pityocampa* sont parasitées : 1° par deux Tachinaires ; 2° par des bactéries à pathogénie entéritique : *Bact. pityocampae* et *Streptococcus* ; 3° par des Muscardines : *Beauveria globulifera*, *Penicillium* et *Spicaria farinosa*. Les *Beauveria* seront sans doute les agents les plus favorables pour la destruction biologique. — M. **A. Besredka** : *Mécanisme de l'infection typhique chez le lapin. Vaccination antityphique par la voie buccale.* Le virus typhique inoculé par la voie veineuse donne lieu à des lésions semblables à celles qui caractérisent l'infection par la voie buccale. En raison de l'affinité particulière des bacilles d'Eberth pour l'appareil intestinal, les mêmes localisations s'observent dans les deux cas. En faisant ingérer des cultures typhiques tuées par la chaleur, on vaccine contre l'infection typhique mortelle, à la condition toutefois de favoriser la résorption du vaccin par l'ingestion préalable ou simultanée de bile de bœuf. — MM. **Yamanouchi, Iwashima et Sakakami** : *Etude sur la grippe épidémique de 1918-1919.* Le virus de la grippe épidémique de 1918-1919 est un virus filtrable. Il se trouve dans les crachats ainsi que dans le sang des malades. Le virus peut infecter les sujets par les muqueuses de la cavité respiratoire aussi bien que par l'injection sous-cutanée.

Séance du 7 Juillet 1919

M. **E. Paterno** est élu Correspondant de l'Académie pour la Section de Chimie. — M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **Liapounoff**, Correspondant pour la Section de Géométrie. — M. le Président prononce l'éloge funèbre de Lord **Rayleigh**, Associé étranger.

1° Sciences mathématiques. — M. **V. Karpen** : *Sur la cause de l'adhérence du béton au fer dans les constructions en béton armé.* L'auteur estime que l'adhérence du fer au béton n'est pas due à une sorte de collage, comme on l'a prétendu, mais à la friction produite par la contraction du béton autour du fer, contraction qui ne saurait être mise en doute. Cette théorie montre l'importance capitale qu'il faut attribuer à la connaissance et à la valeur du coefficient de contraction du béton c. — MM. **Auclair et Boyer-Guillon** : *Sur un accélérographe.* Les auteurs décrivent une méthode expérimentale permettant d'étudier avec une grande précision un mouvement périodique pour l'observation duquel on ne dispose pas de repères fixes, par exemple le mouvement vibratoire du pont d'un navire. Elle a pour base la détermination directe de l'accélération au moyen d'un appareil dit accéléromètre à maxima. — M. **J. Ubach** : *Sur les observations de l'éclipse annulaire du 3 décembre 1918 faites à Buenos-Ayres.* L'auteur a profité de cette éclipse pour mesurer avec le plus grand soin la corde commune au Soleil et à la Lune à des instants déterminés, pour, en comparant les lieux de la Lune donnés par ses mesures avec ceux tirés des Ephémérides pour les mêmes instants, en déduire la correction à faire subir aux ascension droite, déclinaison et demi-diamètre lunaires. Il a ainsi obtenu les corrections suivantes pour les coordonnées de la Lune données par les Ephémérides de la *Connaissance des Temps* pour le 3 décembre 1918 : $d\alpha' = +0^s,64$; $d\delta' = +0'',6$; $d\Delta' = +0'',1$.

2° Sciences physiques. — M. **R. Lespieau** : *Cryoscopie dans le tétrabromure d'acétylène.* Le tétrabromure d'acétylène, qui fond à $+0°,13$, est doué d'une constante cryoscopique très élevée, égale à 217. Toutefois, il semble que ce dissolvant cryoscopique donne des résultats anormaux dès que les solutions ne sont pas très étendues. — MM. **V. Grignard et Ed. Urbain** : *Sur la préparation du phosgène au moyen du tétrachlorure de carbone et de l'oléum ou de l'acide sulfurique ordinaire.* La préparation du phosgène par l'action de l'oléum sur CCl^4 doit être faite avec l'oléum à 45 %, qui fournit le rendement maximum et ne donne, comme résidu, que de la chlorhydrine sulfurique HSO^3Cl. Mais, quand la présence d'un peu d'HCl avec $COCl^2$ ne gêne pas, on peut avantageusement employer l'acide sulfurique ordinaire en catalysant la réaction avec de la terre d'infusoires. — MM. **Ch. Mauguin et L. J. Simon** : *Action de l'acide sulfurique concentré sur le tétrachlorure de carbone.* Les auteurs, ayant étudié la même question que les précédents, montrent que l'acide sulfurique concentré (65° ou 66° B.) décompose aux environs de 150° le tétrachlorure de carbone en fournissant du phosgène et HCl et laissant comme résidu la chlorhydrine sulfurique. — MM. **F. Diénert et F. Wandenbulcke** : *Action de l'hyposulfite de sodium sur les hypochlorites.* Quand on javellise une eau ne contenant que des traces de CO^2, la réaction qu'il faut employer pour calculer la quantité d'hyposulfite nécessaire pour détruire le chlore libre est : $3\,Na^2S^2O^3 + 10\,Cl + 5\,H^2O = Na^2SO^4 + 8\,HCl + H^2SO^4 + Na^2S^4O^6 + 2\,NaCl$. Si l'eau renferme CO^2 libre, il faut moins d'hyposulfite, car on se rapproche de la réaction : $Na^2S^2O^3 + 8\,Cl + 5\,H^2O = 2\,NaHSO^4 + 8\,HCl$. — M. **Picon** : *Sur la préparation de quelques carbures acétyléniques au moyen de l'acétylène monosodé.* L'action de l'acétylène monosodé sur les dérivés monohalogénés de formule générale $R.CH^2.CH^2X$ permet de préparer facilement à la température ordinaire l'heptine, le décine et l'octodécine vrais normaux. Ce dernier, encore inconnu, est solide ; il fond à 22°,5. — M. **S. Posternak** : *Sur la constitution du principe phospho-organique de réserve des plantes vertes.* L'auteur pense qu'on se trouve en présence d'un hexaphosphate d'inosite, possédant la faculté de retenir 3 molécules d'eau assez énergiquement pour qu'il soit impossible de les lui enlever sans le décomposer.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Krempf** : *Sur un stade primitif, essentiel, non encore reconnu dans le développement des Anthozoaires.* L'auteur déduit de ses recherches sur deux Hexacoralliaires que la bilatéralité de l'embryon des Anthozoaires est d'origine secondaire et vient masquer, d'assez bonne heure pour l'avoir complètement dissimulé à nos yeux, un dispositif plus primitif, relevant de la symétrie radiaire. — M. **A. Rochon-Duvigneaud** : *La double fovéa rétinienne des Rapaces diurnes.* Depuis longtemps signalée, mais insuffisamment étudiée, niée du reste par Fritsch, la double fovéa des Rapaces diurnes est un fait incontestable, que l'auteur a constaté chez les espèces suivantes : buse vulgaire, autour, épervier, crécerelle, milan noir. La fovéa centrale est située en avant et un peu au-dessus de l'extrémité supérieure du peigne ; la fovéa latérale, en arrière et au-dessus de cette même extrémité. L'oiseau voit avec ses deux yeux, indépendamment et séparément ; et de chaque œil le rapace voit avec plusieurs fovéa. — MM. **Ch. Richet, P. Brodin et F. Saint-Girons** : *De l'action immunisante du chlorure de sodium contre l'injection anaphylactique déchaînante (thérapeutique métatrophique).* Si, trois semaines après une première injection (préparante) de plasma de cheval à un chien, on fait au même chien une injection (déchaînante) de ce même plasma de cheval, la réaction anaphylactique, qui ne manque jamais, est brutale, soudaine et intense. Or si, au lieu d'injecter le plasma pur, on injecte la même quantité de ce même plasma après l'avoir dilué dans 9 fois son volume de la solution isotonique de NaCl, il ne se produit presque plus rien. Tout se passe comme si le chlorure de sodium imprégnait la cellule nerveuse et l'immunisait contre le poison anaphylactisant.

Séance du 15 Juillet 1919

1° Sciences physiques. — M. **Ch. Maurain** : *Sur la vitesse du vent dans la haute atmosphère par temps clair.* L'auteur se base sur les résultats déduits des ascensions de ballons-sondes ayant dépassé 10.000 m. La vitesse moyenne du vent déduite de ces sondages croît régulièrement, d'une manière à peu près linéaire, depuis 5 m. par sec. à l'altitude de 500 m. jusqu'à 15,6 m. par sec. à 11.000 m., et décroît ensuite jusqu'à environ 8 m. par sec. à 19.000 m. Le maximum de la vitesse

moyenne correspond à environ 11.000 m., ce qui est à peu près la limite inférieure moyenne de la zone à température sensiblement constante. — M. **J. Rouch** : *La vitesse ascensionnelle des ballons-pilotes.* Les observations de l'auteur montrent qu'il est parfaitement légitime d'admettre que la vitesse ascensionnelle d'un ballon-pilote est pratiquement constante jusqu'à une dizaine de kilomètres de hauteur. Dans les mille premiers mètres, des courants ascendants importants augmentent sensiblement la vitesse ascensionnelle. La formule $V = 42[F/(F + P)^{2/3}]$ permet de déterminer la vitesse ascensionnelle V des ballons-pilotes employés en France, P étant le poids du ballon et F la force ascensionnelle au départ. — M. **A. Muguet** : *Sur un fluoromètre.* Dans ce fluoromètre, l'écran absorbant est constitué par une réglette formée de feuilles superposées de papier calque, croissant de cm. en cm. Les produits à mesurer sont comparés à un étalon de luminescence constitué par 1 mgr. de Ra élément étalé sur 1 cm^2 de surface, agissant sur un écran de platinocyanure de baryum collé sur un carton bristol éliminant le rayonnement α. — MM. **H. Abraham, Eug. Bloch** et **L. Bloch** : *Appareils sensibles pour les mesures en courants alternatifs.* Les auteurs décrivent un voltmètre amplificateur à lecture directe, constitué essentiellement par un amplificateur à résistances dans lequel le courant alternatif à mesurer, d'abord amplifié, est ensuite redressé par une lampe détectrice; on mesure le courant redressé au moyen d'un milliampèremètre à aiguille à lecture directe. Cet appareil permet : la mesure d'une intensité de courant très faible, de capacités très faibles en haute fréquence, de la longueur d'onde propre d'une self, des pertes dans un diélectrique ou dans une self, etc. — M. **A. Duffour** : *Sur le chromate double hexahydraté magnésico-potassique.* L'auteur l'a préparé en dissolvant séparément les deux chromates composants dans un poids d'eau tiède égal à 2 1/2 fois environ le poids des sels supposés anhydres; après mélange et filtration, la liqueur est abandonnée à l'évaporation dans un local dont la température ne dépasse pas 15°. On obtient des cristaux jaune d'or, de formule $(CrO^4)^2Mg\,K^2.6\,H^2O$. Ce chromate double offre, avec le sulfate et le séléniate correspondants, un très étroit isomorphisme. — MM. **F. Taboury** et **M. Godchot** : *Sur un nouveau mode d'obtention des cétones bicycliques.* On sait que la plupart des cétones cyclopentaniques et cyclohexaniques possèdent la propriété de se condenser, avec élimination d'une molécule d'eau, pour donner des cétones bicycliques. Les auteurs signalent un nouvel agent, l'hydrure de calcium, préparé industriellement, qui permet de réaliser très facilement cette condensation; on obtient avec lui des cétones bicycliques non saturées, c'est-à-dire dont les deux noyaux sont unis par une double liaison. — MM. **Vavon** et **Faillebin** : *Hydrogénation de la pipéronalcétone et de la dipipéronalcétone.* L'hydrogénation de la dipipéronalcétone se fait en deux temps et donne finalement la cétone saturée correspondante. La pipéronalcétone, jaune ou blanche, fournit de même la cétone saturée correspondante. Les auteurs ont reconnu accessoirement que le prétendu isomère jaune n'est que le corps blanc souillé d'un peu d'impureté, qui est la dipipéronalcétone. — M. **E. Léger** : *Contribution à l'étude de la cinchonidine.* L'oxydihydrocinchonidine se comporte vis-à-vis de SO^4H^2 à 70 °/₀ d'une autre façon que les deux oxydihydrocinchonines. Il ne se forme pas, comme avec ces dernières, de bases à fonction éther-oxyde interne, analogues à la cinchonigine et à la cinchoniline. Les produits de déshydratation de l'oxydihydrocinchonidine correspondent à l'apocinchonine. Dans ces bases, comme dans l'apocinchonine, la double liaison a émigré; le groupe CH^2 : CH est devenu $CH^3.CH$: La β-cinchonidine et l'apocinchonidine sont vraisemblablement stéréoisomères. — MM. **G. Chavanne** et **L.-J. Simon** : *Emploi de la température critique de dissolution* (TCD) *dans l'aniline à l'analyse sommaire d'une essence de pétrole.* On détermine d'abrod la TCD dans l'aniline de l'essence naturelle (T_1), puis celle de l'essence débarrassée des carbures aromatiques par agitation avec un mélange sulfonitrique froid de composition déterminée (T_2). On a alors : Carbures aromatiques $Ar = 1{,}18\,(T_2 - T_1)$. Carbures cycliques saturés $C = [72 - (T_2 + 0{,}2)][72 - 39{,}5]$ $(100 - Ar)$. Carbures acycliques $Ac = 100 - Ar - C$. — M. **R. Fosse** : *Formation de l'acide cyanique par oxydation des substances organiques. Son identification basée sur l'analyse quantitative.* L'auteur a établi que l'oxydation des substances organiques engendre un corps intermédiaire, produisant spontanément l'urée. Ce corps n'est autre que l'acide cyanique qui a été identifié quantitativement à l'état de cyanate d'argent.

2° Sciences naturelles. — M. **C. Dauzère** : *Sur la formation des colonnes de basalte.* La division des laves en colonnes prismatiques hexagonales est un cas particulier de la structure fibreuse des roches et des corps solides. Elle a été produite, comme le croit B. Sosman, tantôt par les fentes dues à la contraction du solide pendant le refroidissement, tantôt par les tourbillons cellulaires que provoque dans la lave fondue la propagation de la solidification à partir de la croûte superficielle non prismée solidifiée la première. — M. **P. Girard** : *Relation entre l'état électrique de la paroi de la cellule et sa perméabilité à un ion donné.* L'auteur a montré (voir p. 495) que l'état de polarisation d'un septum séparant de l'eau pure une solution d'un sel dissocié lui confère du même coup la propriété d'être inégalement perméable aux deux ions de ce sel. En transposant ce schème à la cellule vivante, l'analogie du septum polarisé est la différence de potentiel dont est le siège la paroi de la cellule séparant du milieu de suspension le liquide endoplasmique. Or l'auteur fait voir que l'état électrique de la cellule est modifiable à notre gré et qu'une relation existe entre cet état électrique et la perméabilité de l'ion Cl. — M. **R. de la Vaulx** : *L'intersexualité chez un Crustacé Cladocère :* Daphne Atkinsoni *Baird.* L'auteur a observé 135 Daphniés intersexuées, c'est-à-dire présentant, dans l'ensemble de leurs caractères, tous les états intermédiaires entre les deux sexes. La mauvaise nutrition est peut-être l'une des causes d'apparition de ces formes. L'intersexualité est nettement héréditaire, mais d'une façon irrégulière. La régénération semble dépendre uniquement de la nature de l'organe sectionné et non du métabolisme général de l'organisme. — M. **J. Pellegrin** : *Sur les* Eleotris *des eaux douces de Madagascar.* Le genre *Eleotris* se présente comme un des plus riches en espèces des eaux douces de Madagascar. Le nombre de celles-ci est actuellement de 7. A Madagascar, les formes exclusivement dulcaquicoles sont très rares; au contraire, les familles les mieux représentées sont celles venues de la mer, à espèces mixtes à la fois marines et d'eau douce. — M. **Lienhart** : *De la possibilité, pour les éleveurs, d'obtenir à volonté des mâles ou des femelles dans les races gallines.* L'auteur, partant du fait que le coq est toujours plus grand et plus lourd que la poule, a pensé que cette différence entre les sexes se traduit déjà dans l'œuf. Ayant mis à couver 60 œufs parmi les plus gros d'un lot de 350, et provenant tous d'une race pure, il a obtenu à l'éclosion 48 poussins, dont 77 °/₀ de mâles. L'hypothèse semble donc justifiée. Des œufs de poules de race bâtarde donnent des résultats moins concluants. — MM. **P. Carnot** et **P. Gérard** : *Mécanisme de l'action toxique de l'uréase.* La toxicité de la farine de soja, en injections veineuses ou sous-cutanées, est due à l'action de l'uréase qu'elle contient. Cette action toxique, caractérisée par des contractures tétaniques et du coma rapidement mortel, s'explique par l'action chimique du ferment. L'urée disparaît très vite et entièrement du sang et du foie, et l'ammoniaque provenant de sa décomposition augmente progressivement dans le sang et les organes. Les phénomènes d'intoxication cérébrale semblent dus à la localisation de l'ammoniaque sur le cerveau. — M. **P. Delbet** : *Recherches sur la toxicité des muscles broyés au point de vue de la pathogénie du choc.* Les accidents toxiques déterminés par les injections

intra-péritonéales de pulpe musculaire aseptique sont toujours de même type, mais ils sont très variables en intensité : avec la même dose, ils peuvent être insignifiants ou rapidement mortels. Rats gris et grenouilles, qui sont surtout carnivores, se sont montrés beaucoup plus sensibles que les cobayes, qui sont herbivores. Cela conduit à penser que, dans la sensibilité des carnivores à la pulpe de muscle, quelle que soit son origine, entre un facteur de l'ordre de l'anaphylaxie, ce mot étant pris dans son sens le plus général d'état antérieur produit par l'assimilation d'albumines étrangères.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1er Juillet 1919

MM. **R. Wurtz** et **L. Camus** : *Le vaccin sec. Technique de sa préparation.* On sait que les pulpes vaccinales à l'état liquide ne résistent pas à l'action de la chaleur et ne peuvent être transportées dans les pays chauds. L'emploi du vaccin desséché a donné lieu d'abord à de nombreux insuccès. Les auteurs montrent qu'on peut préparer un vaccin sec actif et se conservant bien, en suivant une technique déterminée. La pulpe préparée, c'est-à-dire broyée, triturée et débarrassée par le tamisage des poils et des croûtes, est congelée, puis soumise dans cet état au vide instantané en présence d'acide sulfurique ou phosphorique; elle se déshydrate ainsi à mesure qu'elle se réchauffe. L'essentiel est d'opérer aussi rapidement que possible. Le produit est ensuite maintenu dans une atmosphère bien sèche, puis conservé en paillettes ou pulvérisé dans des tubes bien secs. — M. le Dr **Berthier** : *Alimentation, recalcification.* L'auteur préconise, pour combattre la déminéralisation de l'organisme et renforcer la nutrition dans certains états maladifs, l'alimentation au moyen des os spongieux, constitués en grande partie par de l'osséine chargée de sels calcaires. Ces os, surtout ceux de veau, sont soumis à une cuisson prolongée dans l'eau (environ 6 h.); bien cuits, ils constituent un excellent aliment et des plus savoureux.

Séance du 8 Juillet 1919

M. **P. Remlinger** : *Vaccination des herbivores contre la rage au moyen du virus-éther.* L'auteur immerge dans l'éther des cerveaux de lapins morts de rage à virus fixe. Après 70 à 75 heures, ceux-ci ont totalement perdu leur virulence. Les émulsions des cerveaux devenus ainsi avirulents sont susceptibles de conférer aux animaux une immunité solide contre la rage. Des expériences très concluantes ont été faites par l'auteur sur la chèvre, et elles pourront être étendues, selon toute vraisemblance, aux Bovidés et aux Equidés.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 5 Juillet 1919

M. **J. Giaja** : *La levure vivante provoque-t-elle la fermentation du sucre uniquement par sa zymase.* En l'état actuel de notre connaissance, il n'y a guère que 5 % environ de l'activité fermentative de la levure vivante qui peuvent être considérés comme dus à la zymase, et rien n'autorise à attribuer au ferment tout le pouvoir fermentatif de la substance vivante. — M. **M. Kollmann** : *Influence de l'extrait de thyroïde sur certains caractères sexuels du Triton.* Les Tritons mâles conservés en aquarium perdent rapidement la crête dorsale et les membranes natatoires caudales après la période de reproduction. L'injection d'extrait de thyroïde empêche l'involution de ces organes, mais est incapable de déterminer la réapparition. — MM. **L. Mercier** et **C. Lebailly** : *Myxosarcome et Acariens chez une Poule.* Étant donnée l'hypothèse de Borrel sur le rôle des Acariens dans la genèse des tumeurs, et le fait que l'on a pu provoquer l'apparition du cancer chez la poule par inoculation de filtrat de tumeur, il y aurait lieu d'établir une relation de cause à effet entre l'infection à *Cytolichus nudus* et la présence du myxosarcome. — M. **C. Gessard** : *Classement des germes pyocyaniques.* Les germes pyocyaniques peuvent être répartis en quatre variétés susceptibles chacune de quatre races. Les races F et S de la variété pyocyanogène se distinguent dans l'eau peptonée, les autres dans le bouillon. Le milieu gélose-peptone glycérinée est le milieu spécifique où les seize germes résultant de ce classement peuvent être reconnus d'emblée pyocyaniques. — M. **H. Hérissey** : *Conservation du ferment oxydant des champignons.* Le ferment a été fourni à peu près exclusivement par le *Russula delica.* Des macérés glycérinés de ce champignon préparés depuis 20 ans, ainsi que des sucs de la même espèce, additionnés ou non de glycérine et conservés en vases clos, préparés depuis 14 et 15 ans, possèdent encore actuellement (juillet 1919) une remarquable activité. — MM. **Ch. Achard**, **A. Ribot** et **L. Binet** : *Action des extraits d'organes sur l'hyperglycémie provoquée.* L'hyperglycémie provoquée par l'injection simultanée de glycose et d'adrénaline dans les veines est plus forte et plus prolongée que la somme des augmentations provoquées par le glycose seul ou l'adrénaline seule. Un résultat analogue est donné par l'injection simultanée de glycose et d'extrait hypophysaire. Au contraire, l'extrait frais de pancréas, qui favorise la glycolyse, diminue, quand on l'injecte en même temps que le sucre, l'hyperglycémie et en abrège la durée. Il agit de même à l'égard de l'extrait hypophysaire. — M. **J. Jolly** : *Sur les modifications morphologiques qui se passent dans le sang des Mammifères au moment de la naissance.* Il se produit au moment de la naissance, chez le rat, une augmentation assez brusque du nombre des leucocytes dans le sang, qui est vraisemblablement en rapport avec l'établissement de la circulation pulmonaire : il se fait un appel de ces cellules soit des tissus, soit simplement de certains territoires où elles étaient accumulées.

Séance du 12 Juillet 1919

MM. **Cluzet** et **Tixier** : *L'électro-cardiogramme pendant l'anesthésie générale chez l'homme.* L'anesthésie générale au chloroforme produit, pendant la résolution musculaire, un ralentissement du cœur et quelquefois des extra-systoles. L'anesthésie à l'éther ne produit aucune modification. Le schock opératoire, pendant l'anesthésie, détermine souvent des modifications importantes (tachycardie, fibrillations de l'oreillette et extra-systoles). — M. **E. Bugnion** : *Le ver-luisant provençal* (Phausis Delarouzeei *Duval*). La larve de ce lampyre diffère de celle du L. noctiluque par la présence de 4 feux disposés en quadrilatère, dont deux placés à la base de l'abdomen et deux au bout postérieur. La larve du L. noctiluque renferme deux corps lobulés qui, par leur position et leur structure, répondent aux organes lumineux antérieurs de la larve du *Phausis.* — M. **A. Weber** : *Sur le sommeil anesthésique de larves de Batraciens.* Eau éthérée à 5 %; au-dessus de 25 cgr., les têtards s'endorment en même temps; au-dessous de ce poids, ils s'endorment d'autant plus vite qu'ils sont plus petits; au-dessous de 40 cgr., ils se réveillent d'autant plus rapidement qu'ils sont plus petits. — MM. **P. Mauriac**, **P. Cabouat** et **M. Moureau** : *Recherches expérimentales sur la fragilité leucocytaire.* 1° L'injection au cobaye de sérum antidiphtérique, vaccin TAB, métaux colloïdaux, essence de térébenthine, provoque une augmentation fugace de la fragilité, avec leucopénie, une diminution de la fragilité avec hyperleucocytose, puis retour à la normale vers la 20e heure. 2° L'injection de novarsénobenzol provoque une chute brusque et passagère de la fragilité avec leucopénie, une augmentation secondaire de la fragilité avec hyperleucocytose, puis retour à la normale de ces deux éléments vers la 24e heure. 3° L'injection de cultures et de toxines microbiennes provoque une augmentation progressive de la fragilité leucocytaire. Si l'animal ne fait pas les frais de sa défense, l'hyperfragilité et la leucopénie s'accentuent jusqu'à la mort. Si la guérison doit survenir, on

voit peu à peu la fragilité diminuer et la leucocytose augmenter. — MM. **Chr. Champy** et **P. Colle** : *Corrélation entre la glande du jabot du pigeon et les glandes génitales*. Chez le mâle, dès le début de l'incubation, le testicule subit une réduction de taille, dont le maximum coïncide avec le début du développement de la glande du jabot, qui correspond histologiquement à la période de multiplication cellulaire. La régression du testicule est caractérisée par la résorption de tubes séminifères. Chez la femelle, au même moment, on constate aussi l'atrésie de nombreux ovocytes. — Sir **E. S. Schäfer** : *Sur le rôle du vago-sympathique chez le chat*. L'auteur a réussi à couper les deux pneumogastriques (vago-sympathiques) cervicaux chez deux chats, sans le résultat fatal ordinaire de cette opération. Il y est arrivé en électrocautérisant les ligaments thyro-aryténoïdes; le caractère et le rythme des mouvements respiratoires restent normaux. — M. **N. de Bettencourt** : *Sérum frais et sérum inactivé dans le séro-diagnostic de la syphilis*. L'étude comparative de la réaction de Wassermann et de la réaction Hecht-Weinberg-Gradwohl, faite sur 1.400 sérums, porte l'auteur à conseiller la pratique simultanée des deux méthodes dans le sérodiagnostic de la syphilis. Une plus grande rigueur dans les résultats compenserait largement l'excès de travail, les deux méthodes se servant pour ainsi dire de contrôle l'une à l'autre.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Juin 1919

M. Ch. Fabry : *Méthode par immersion pour la mesure des indices de réfraction des corps solides*. Le problème s'est posé, à diverses reprises, de mesurer les indices de réfraction d'une lentille sans la détériorer, par suite sans y tailler de nouvelles faces, avec la précision qu'exigent les calculs de l'Optique géométrique, c'est-à-dire avec une incertitude ne dépassant pas quelques unités du cinquième ordre décimal. Une méthode par immersion, dont le principe est d'ailleurs connu, a conduit au résultat; appliquée sous la forme qu'on va décrire, elle donne une solution commode d'un problème plus général : mesurer les indices d'échantillons de verre mis sous des formes diverses, même sans aucune face polie. La méthode par immersion consiste, en principe, à plonger le solide dont on fait varier la composition jusqu'à ce que son indice soit, pour une certaine radiation, le même que celui du solide; l'égalité d'indice sera caractérisée par l'absence de déviation, et se traduira, selon la forme du solide, par divers critériums sur lesquels on va revenir. Il suffit alors de mesurer l'indice du liquide pour avoir l'indice cherché [1]. L'emploi de cette méthode donne lieu à certaines difficultés dont il faut s'affranchir : 1° Les indices des mélanges liquides peuvent subir spontanément des variations notables (influence de la température; évaporation inégale des deux composants). Il est nécessaire de mesurer l'indice du liquide dans la cuve même où le solide est immergé. L'auteur fait cette détermination par comparaison avec un *prisme de référence*, d'indice voisin, immergé dans la même cuve; on mesure la déviation (très petite) produite par ce prisme immergé. La mesure est ainsi rendue différentielle, et devient de ce fait beaucoup plus facile. 2° Il est difficile de réaliser l'égalité exacte d'indice du liquide et du solide. On réalise seulement l'égalité approchée; le solide immergé produit alors une légère déviation, se traduisant par un effet qu'on mesure; on observe en même temps la déviation due au prisme de référence. En répétant ces deux mesures simultanées pour deux ou trois compositions du liquide, obtenues en ajoutant quelques gouttes de l'un des composants, on a les éléments nécessaires pour calculer, par interpolation, l'indice cherché. On est finalement conduit au dispositif suivant : une cuve à faces planes et à peu près parallèles est placée entre un collimateur et une lunette montée sur un cercle divisé (qui n'aura à mesurer que des déviations de quelques degrés). La cuve contient le prisme de référence (angle réfringent égal à 90°) immergé dans le liquide. Dans la lunette on voit, grâce à l'inégale dispersion du liquide et du prisme de référence, un spectre de la source qui éclaire la fente du collimateur. On emploie cinq prismes de référence, dont les indices s'échelonnent entre 1,49 et 1,65 : on peut ainsi mesurer tous les indices entre 1,47 et 1,67 sans que la différence entre l'indice cherché et l'indice connu du prisme de référence dépasse $\pm 0,03$. Pour mesurer l'indice d'une lentille, on l'immerge dans la cuve et on l'interpose sur le faisceau; elle produit alors un changement de tirage de la lunette pour la mise au point de chaque image monochromatique de la fente. C'est ce tirage, observé en même temps que la déviation produite par le prisme de référence, qui sert à faire l'interpolation indiquée plus haut. On obtient une grande précision, pourvu que la convergence de la lentille à étudier ne soit pas trop faible; la cinquième décimale est obtenue avec certitude si la différence d'épaisseur entre le centre et le bord de cette lentille dépasse 4^{mm}. Il n'est pas nécessaire que la lentille soit correctement taillée; on peut mesurer avec précision l'indice d'une simple perle de verre. Si l'échantillon est en forme de prisme, on placera son arête normalement à celle du prisme de référence, et l'on mesurera simultanément les deux déviations, l'une au moyen du cercle divisé, l'autre (en unité arbitraire) avec un micromètre oculaire. Il n'est nullement nécessaire que les faces de l'échantillon soient planes, ni même polies; leur angle n'intervient pas, et l'on obtient de très bonnes images, dès que l'égalité d'indice est à peu près réalisée, même si les faces ne sont que grossièrement usées à la meule. On peut ainsi faire des mesures exactes à une unité près du cinquième ordre, sur des échantillons presque bruts. Les mesures faites par cette méthode sont un peu plus longues que par la méthode du prisme ou par celle de Pulfrich; mais la préparation des échantillons est beaucoup plus facile, et elle s'applique à des cas où les autres méthodes seraient complètement en défaut (lentille, perle, baguette, substance pulvérisée). Les essais ont été faits avec des appareils existant dans tous les laboratoires. Un instrument plus commode, spécialement destiné à l'emploi de la méthode, est actuellement à l'étude.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 27 Juin 1919

M. A. Béhal : *Nérol et linalol*. L'auteur a appliqué à l'étude des alcools terpéniques la méthode de caractérisation des alcools au moyen des allophanates (voir p. 357). Trois échantillons de nérol commercial se sont montrés être du géraniol impur. Le nérol pur, régénéré de l'allophanate, a les constantes suivantes : Eb. 115°-117° sous 17 mm.; $D = 0,881$ à 19°; $n_D = 1,47539$. Avec le linalol, l'auteur n'a pu obtenir d'allophanate cristallisé. Pour expliquer ce fait, il émet l'hypothèse que le linalol ne serait pas un alcool, mais un oxyde de constitution : $(CH^3)^2.C : CH.CH^2.CH^2.C(CH^3).CH^2.CH^2$. A l'appui de cette hypothèse, il signale que le linalol, chauffé avec de l'eau à 210°, se transforme en géraniol. Cependant, un essai de condensation à froid avec la diméthylamine est resté sans résultat. Les faits anciennement connus ne sont d'ailleurs pas en contradiction avec l'hypothèse émise. — M. **A. Madinaveitia** : *Dérivés de la naphtyl-β-éthylamine*. Pour étudier l'influence que le noyau naphtalénique exerce sur les propriétés

1. Les propriétés d'un solide immergé dans un liquide de même indice ont été bien des fois indiquées et proposées soit pour la mesure des indices, soit pour l'examen des masses de verre brut au point de vue de leur homogénéité ou de leur biréfringence (Mascart : *Journal de Physique*, 1874). L'emploi de la méthode d'immersion pour des mesures précises d'indices n'a été envisagé que récemment, par plusieurs physiciens anglais (L. C. Martin, *Transactions of the optical Society*, décembre 1916; R. W. Cheshire : *idem.*, même date).

physiologiques des aryl-β-éthylamines (dont le type est la phényl-β-éthylamine), l'auteur a préparé : 1° le phényl-méthoxyméthylaminométhane $C^6H^5.CH(OCH^3).CH^2.NHCH^3$ en traitant par la méthylamine le produit de l'action du chlorométhoxybromo-éthane $CH^2Br.CH(OCH^3)Cl$ sur le bromure de phénylmagnésium ; 2° le dérivé naphtalénique correspondant. Il a constaté que ce dernier avait une action vaso-constrictive 40 fois plus forte que celle du dérivé phénylé, la phényl-β-éthylamine étant prise comme type. On peut affirmer, d'autre part, que l'introduction du méthoxyle OCH^3 sur la chaîne latérale n'a pas d'influence. Enfin, dans le but de voir si, dans le noyau naphtalénique, l'introduction d'un oxhydrile phénolique en para exerçait la même action que dans la série du benzène, M. Madinaveitia a préparé l'amino-acétonaphtone (en réduisant la nitroacétonaphtone), l'amino-acétométhoxynaphtone et l'aminoacéto-oxynaphtone $C^{10}H^6(OH).CO.CH^2.NH^2$. Comme dans le série benzénique, l'oxhydrile en α (par rapport à la chaîne aminée) exerce une influence notable sur les propriétés sympathomimétiques. — MM. **A. Valeur** et **E. Luce** ont repris l'étude de *l'action de H^2O^2 sur la spartéine*. Ils montrent que la dioxyspartéine $C^{15}H^{26}N^2O^2$, qui prend naissance dans cette réaction, se comporte comme un hydrate d'ammonium quaternaire, décomposant KI pour donner un iodure $C^{15}H^{26}N^2O(OH)$ (I), réductible par HI en donnant entre autres corps un periodure de spartéine $C^{15}H^{26}N^2.2HI.I^2$. — M **Georges Lemoine** communique quelques résultats d'un ensemble d'expériences sur la *réaction mutuelle de l'acide oxalique et de l'acide iodique* en solution dans l'eau, réaction déjà étudiée par Millon en 1845 :

$$C^2H^2O^4 + {}^2/_5IO^3H = 2CO^2 + {}^2/_5I + {}^6/_5H^2O$$

Les solutions, normales, étaient mélangées dans les proportions de l'équation ; on mesurait le gaz recueilli sur de la glycérine. Lorsque la réaction est assez vive, par exemple vers 70°, la vitesse de la réaction est proportionnelle aux masses réagissantes, suivant ainsi la loi des réactions bimoléculaires ou de deuxième ordre. Si p est le poids de matière active à l'origine, y le poids décomposé au temps t, on a :

$$d\frac{y}{p} = K\left(1 - \frac{y}{p}\right)dt \quad \text{d'où} \quad 1 - \frac{y}{p} = \frac{1}{1 - Kt}.$$

Mais à des températures moins élevées (ou avec des solutions plus étendues) il y a un retard : la réaction semble ne *s'éveiller* qu'après un temps d'autant plus long que la température est plus basse. Cependant, par une étude plus minutieuse, notamment en observant sur des prises d'essai la coloration de l'iode libre avec le sulfure de carbone, on constate que la réaction commence un tant soit peu dès l'origine, puis s'accélère jusqu'à ce qu'elle arrive à l'état de régime exprimé par la formule ci-dessus. Cette accélération ne vient pas d'une action catalytique de l'iode mis en liberté, comme le montrent des expériences comparatives faites en ajoutant de l'iode dès l'origine. Ces observations se prêtent à divers rapprochements. On peut penser que dans la nature, où le temps ne compte pas, des réactions d'abord insensibles peuvent ainsi se réaliser peu à peu.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 5 Juin 1919

Sciences physiques. — M. **P. N. Ghosh** : *Sur les couleurs des stries dans le mica et la radiation des limites diffractantes des lamelles*. Par l'examen des anneaux de Haidinger dans le mica, l'auteur a constaté que les stries sont des surfaces de séparation entre des parties ayant des épaisseurs légèrement différentes. La couleur de chaque strie à l'essai de Foucault est complémentaire de la couleur de la frange centrale dans l'image de diffraction lamellaire produite par elle. Ces couleurs s'altèrent lorsqu'on tient le mica obliquement ou qu'on le plonge dans un récipient contenant un liquide. La luminosité d'une strie dans l'essai de Foucault passe à peu près par un maximum quand les phases de l'onde frontale, après avoir traversé la plaque des deux côtés de la strie, sont opposées, et devient pratiquement nulle quand les phases sont identiques. L'auteur a essayé de reproduire le phénomène en gravant des plaques de verre avec de l'acide fluorhydrique, mais sans grand succès, sans doute par suite d'un manque de netteté suffisante des bords ainsi produits. Les stries du mica paraissent doubles (avec une ligne noire au centre) quand la lumière arrivant à un foyer est arrêtée d'une façon symétrique au lieu de l'être par une arête en lame de rasoir comme dans l'essai de Foucault. — MM. **E. F. Armstrong** et **T. P. Hilditch** : *Etude des actions catalytiques sur les surfaces solides*. Les auteurs ont étudié et exprimé sous forme de courbes le taux d'hydrogénation d'un certain nombre d'acides gras non saturés en présence de Ni finement divisé. Ces courbes sont caractérisées par un segment linéaire initial suivi, par un changement brusque de direction, d'un segment à pente plus douce, d'abord linéaire, puis courbe. Les points d'inflexion sont sur des parties correspondantes de chaque courbe. Les deux composants linéaires bien définis des courbes correspondent à l'hydrogénation de glycérides moins saturés que l'oléine et à celle de l'oléine. Les courbes ne s'approchent jamais du type logarithmique que nécessite une réaction unimoléculaire. L'aspect général des courbes obtenues dans l'hydrogénation catalytique est très analogue à celui des courbes obtenues avec les enzymes, et elles représentent sans doute des phénomènes voisins. Dans chacun d'eux, le catalyste (enzyme ou nickel réduit) s'unit d'abord avec le composé organique prêt à subir un changement (hydrolyte ou glycéride non saturé), le complexe ainsi formé étant détruit par l'autre composant de la réaction (eau ou hydrogène). Dans chaque cas, en outre, la réaction a lieu en entier à la surface des particules colloïdales, et l'activité du catalyste dépend uniquement de la production d'une surface maximum et de l'absence d'impuretés pouvant détruire ou souiller cette surface.

Séance du 19 Juin 1919

Sciences physiques. — M. **R. J. Strutt** : *Etude du spectre de lignes du sodium excité par la fluorescence*. L'auteur décrit une forme perfectionnée de lampe à vapeur de sodium, en quartz, donnant un spectre du sodium excessivement brillant et admirablement propre à l'excitation de la vapeur de sodium à la résonance. Il a trouvé que l'excitation de la vapeur de sodium par la seconde ligne de la série principale conduit à l'émission des lignes λ 3,3o3 et D. D'autre part, l'excitation par la ligne D provoque l'émission de la ligne D seule, sans λ 3,3o3. Si un seul des composants du doublet 3,3o3 est excité, les deux lignes D sont émises. Quand la lumière D tombe sur la vapeur de sodium d'une densité convenable, il se produit une émission superficielle intense de la couche extérieure, et une émission plus faible des couches suivantes. L'analyse par absorption dans une couche indépendante de la vapeur de sodium montre que l'émission superficielle est plus absorbable, donc plus proche du centre de la ligne D. L'auteur a déterminé par des méthodes interférométriques la largeur des lignes D dans la résonance superficielle ; elle correspond à la largeur conditionnée par l'effet Doppler, calculé dans l'hypothèse que le centre lumineux est l'atome du sodium. La polarisation n'a pu être décelée dans la radiation de résonance ultraviolette, quoiqu'elle soit facile à observer dans la résonance D.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNEE Nos 17-18 15-30 SEPTEMBRE 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique du Globe

Phénomènes magnétiques observés pendant les éclipses de Soleil. — A cause de l'intérêt que présente, pour les théories du magnétisme terrestre, la connaissance précise des phénomènes magnétiques dont s'accompagnent les éclipes de Soleil, la Section du Magnétisme terrestre de la Carnegie Institution (Washington) a organisé des observations magnétiques pendant l'éclipse de Soleil du 8 juin 1918, aux divers observatoires et universités répartis sur la zone entière de visibilité.

M. L. A. Bauer[1] a résumé les résultats recueillis dans 25 stations environ, résultats qui confirment les conclusions qu'il avait déduites des observations qu'il a effectuées lors des diverses éclipses survenues depuis 1900. On peut considérer aujourd'hui comme définitivement acquis que, pendant une éclipse de Soleil, le champ magnétique terrestre subit une légère oscillation dont la période suit celle de l'éclipse et dont l'amplitude, comparée à celle de la variation magnétique solaire diurne, est sensiblement proportionnelle à l'intensité du rayonnement arrêté par la Lune.

L'effet magnétique produit par l'éclipse est généralement l'inverse de celui qu'on observe pendant les heures où la Terre est éclairée par le Soleil. Les caractères principaux, aux diverses stations, se reproduisent, non en suivant le temps absolu, ni même le temps local, mais les variations de l'éclipse elle-même, comme cela doit être si l'effet provient effectivement de l'éclipse.

L'action exercée sur la déclinaison magnétique est le dixième environ de celle que produit la variation solaire diurne, soit une minute d'arc sous les latitudes des Etats-Unis. La variation maxima du champ magnétique terrestre est d'environ 0,03 o/o ; elle équivaut à celle qu'entraînent les variations de 10 o/o de la constante solaire observée au Mont Wilson par la Smithsonian Institution.

1. L. A. BAUER; *Physical Review*, 2e série, t. XIII, p. 160; février 1919. Voir le mémoire complet dans *Journ. of Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, t. XXIII et XXIV.

L'analyse mathématique des variations magnétiques produites par l'éclipse peut fournir des renseignements intéressants sur les causes des autres variations du champ magnétique terrestre, surtout sur celles attribuables au Soleil et à la Lune.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le tunnel sous la Manche[1]. — Le projet de relier l'Angleterre au Continent par une route sous-marine date de longtemps. En 1802, l'ingénieur Mathieu proposait au Premier consul d'établir sous la Manche une route pavée sous-marine ; en 1835, un autre ingénieur français, Thomé de Gamond, entreprit une enquête géologique sur la nature du fond du détroit et fut le premier à soupçonner que les couches calcaires se prolongeaient de France en Angleterre. Mais c'est à partir de 1875 que le projet prend corps : sous le patronage de Michel Chevallier, de Léon Say, de l'ingénieur Lavalley, se fonde la *Société française du tunnel sous la Manche*, reconnue d'utilité publique par la loi du 2 août 1875 ; cette société, pourvue d'une concession de 99 ans, est toujours prête à entrer en action, dès que le Gouvernement anglais aura donné officiellement son accord. Celui-ci semble prêt si nous en croyons les déclarations faites en son nom à la Chambre des Communes, par M. Bonar Law, le 11 mars 1919. La question redevient donc d'actualité.

Les recherches entreprises pour le compte de la Société française par les géologues Potier et de Lapparent ont confirmé les prévisions de Thomé de Gamond, c'est-à-dire le parallélisme complet des formations géologiques de chaque côté du détroit, et l'existence dans la zone du tunnel d'une couche de craie argileuse, sans silex, dite craie cénomanienne ou craie grise de Rouen, assez tendre pour se laisser travailler, assez résistante pour ne pas ébouler, et rendue imperméable par l'argile qu'elle renferme. Le tunnel n'aura qu'à suivre cette couche géologique ; il rétablira les dispositions primitives

1. Cf. les nombreux articles de M. Albert Sartiaux, et notamment ceux de la *Revue des Deux Mondes* des 1er octobre 1913 et 15 septembre 1917 ; celui de M. Charles Lenthéric dans la même Revue du 1er juin 1904.

de la nature, au temps où l'Angleterre était reliée au continent par l'isthme de l'époque miocène.

Le projet de tunnel, tel qu'il sera probablement exécuté, est l'œuvre des ingénieurs Ludovic Breton et Albert Sartiaux. La longueur totale sera de 60 kilomètres environ, dont 39 sous la mer, 14 sous terre et 7 à ciel ouvert pour les raccordements en France et en Angleterre. Le tunnel sera creusé à une profondeur de 95 mètres au-dessous du niveau de la mer et à 50 mètres au-dessous du fond de l'eau; ce plafond de 50 mètres formera une protection suffisante contre les sous-marins et les explosifs. Les voies du tunnel passeront, comme les trains du métropolitain de Londres, dans deux galeries circulaires indépendantes, distantes l'une de l'autre de 15 mètres. A l'inverse des grands tunnels de montagne, tracés en dos d'âne, celui de la Manche aura un profil en fond de bateau, nécessaire pour faciliter la remontée à la côte. La technique de la construction profitera des expériences fournies par les tunnels sous-marins de la Severn et de la Mersey et par les galeries des mines d'étain et de cuivre de la Cornouailles, qui s'étendent sous la mer, à plus de 5 kilomètres de la côte. Le tracé du tunnel part de Douvres et aboutit en France à la gare de Marquise, sur la grande ligne de Calais à Boulogne, où sera installée une gare d'échange avec raccordements sur Lille et Bruxelles.

La traversée du tunnel pourra s'effectuer en 40 minutes par les trains de voyageurs et en une heure et demie par ceux de marchandises, traînant de 800 à 1.200 tonnes; M. Sartiaux estime qu'il est possible de faire circuler de 120 à 150 trains par jour, dans chaque sens; le trajet Londres-Paris s'effectuerait pour les voyageurs en 5 heures et demie et permettrait facilement l'aller et le retour dans la même journée. La traction électrique s'imposerait naturellement pour la traversée du tunnel.

Le coût de la construction était évalué avant guerre à 400 ou 500 millions, et ce prix déjà fort élevé par rapport à celui des autres tunnels existants sera très sensiblement majoré par le renchérissement actuel[1]. Mais le rendement est estimé par M. Sartiaux à 50 millions pour les voyageurs, à 20 ou 30 millions pour les marchandises, alors que les frais d'exploitation ne dépasseraient pas 30 % de la recette brute.

On se rend compte facilement des services que ce tunnel — construit à bien meilleur marché — eût rendus pendant la guerre, épargnant la main-d'œuvre des manutentions et les bateaux, en soulageant les blessés transportés, en supprimant les risques de la guerre sous-marine, de Brindisi aux côtes d'Angleterre. Les avantages de l'insularité de la Grande-Bretagne et de son « splendide isolement » se sont trouvés annihilés par la guerre sous-marine et les progrès de l'aviation; il n'en reste que des inconvénients tels que la mise à l'écart de Londres de la circulation transatlantique et des passages des grands express européens.

Grâce au tunnel, Londres devient tête de ligne des grandes artères de l'Europe, et les relations franco-anglaises, si naturelles avec les productions complémentaires des deux pays, se trouvent singulièrement facilitées. Le nombre des voyageurs qui passaient le détroit représentait à peine le quart de ceux qui franchissaient notre frontière du Nord-Est; il ne peut manquer de s'accroître dans une très large mesure grâce à la suppression du mal de mer, au raccourcissement de la durée du trajet, à l'économie de fatigue, de temps et d'argent. Pour les marchandises, c'est la suppression des manutentions et des transbordements, une grosse épargne de main-d'œuvre et de bateaux; aucun service maritime, si bien organisé soit-il, ne peut développer les échanges avec la puissance de la voie ferrée. Au point de vue de notre pays, cette route nouvelle favorisera le détournement sur Calais des voyageurs pour Flessingue et Ostende; elle fera de Marseille l'entrepôt du commerce de la Grande-Bretagne avec les Indes; Lyon deviendra le croisement des grandes voies Bordeaux-Odessa et Londres-Marseille. Conformément à l'histoire, l'influence bienfaisante de la latinité se répandra plus facilement parmi les races anglo-saxonnes; Tacite, cité par M. Sartiaux, disait déjà : *Proximi Gallis et similes sunt.*

Pierre Clerget.

1. Le prix kilométrique du tunnel du Métropolitain a été de un million et demi à 2 millions; celui du tunnel d'Austerlitz à la gare d'Orsay, 3 millions; celui du Simplon, 4 millions.

§ 3. — Physique

Enregistrement des particules α, des particules β et des impulsions dues aux rayons γ et aux rayons X. — On peut compter les particules α par les scintillations qu'elles produisent sur un écran fluorescent; on peut aussi les compter par la méthode d'ionisation par choc aux basses pressions, qu'a décrite Rutherford[1] dans ses expériences sur la charge d'une particule α. Rutherford et Geiger[2] ont modifié cette méthode par l'emploi d'une électrode sphérique dans l'hélium sous la pression d'environ 1/3 d'atmosphère, au lieu de l'électrode filiforme utilisée dans l'air sous une pression très faible; ils ont également substitué un électromètre à corde à l'électromètre à quadrant. Plus tard, Geiger[3] a utilisé une fine aiguille disposée dans la chambre d'ionisation et a pu déceler sous la pression atmosphérique, non seulement les particules α qui pénètrent dans la chambre, mais aussi les particules β. Kovarik[4] a proposé diverses modifications relatives aux instruments d'observation : l'électroscope de Zeleny, l'électroscope de Wilson, un téléphone récepteur et un galvanomètre balistique ont pu être utilisés.

Ces méthodes visuelles ou auditives sont très fatigantes; elles nécessitent une attention soutenue pendant de longs intervalles de temps. Un dispositif enregistreur constituerait donc un perfectionnement évident. Rutherford et Geiger, en déplaçant une pellicule photographique derrière le fil éclairé d'un électromètre à corde, ont obtenu des photographies du fil qui donnent les déviations déterminées par les décharges entre l'électrode et la chambre qui l'entoure, lorsque l'ionisation par choc se produit dans la chambre, au moment où pénètrent les particules α. M. Alois F. Kovarik[5] a décrit récemment une méthode permettant d'enregistrer les particules α ou β ou les pulsations dues aux rayons γ, dont nous allons indiquer le principe.

Dans la méthode visuelle, on porte la chambre à un potentiel positif relativement élevé (environ 2.000 volts), on met la pointe au sol à travers une résistance très élevée (encre sur papier) et on la fait également communiquer avec le fil de l'électromètre à corde ou avec les feuilles d'or des électromètres à feuilles. Dans la méthode auditive, on dispose un téléphone entre la pointe et le sol, si le courant de décharge dans la chambre est suffisamment intense pour actionner la membrane du téléphone; sinon, on le dispose dans le circuit filament-plaque d'un audion amplificateur, l'électrode en pointe étant reliée soit directement à la grille, soit au sol par l'intermédiaire du primaire d'une bobine d'induction dont le secondaire est relié à la grille et au filament. Dans la méthode d'enregistrement, on amplifie le courant entre l'électrode en pointe et les parois de la chambre au moyen d'un tube à vide amplificateur à trois électrodes; ce courant actionne un relais très sensible disposé dans le circuit d'une batterie de piles qui, à son tour, actionne la plume d'un chronographe; le relais est sensible à un courant d'une fraction de milliampère.

Dans son mémoire, M. Kovarik reproduit une partie du graphique fourni par les particules β pénétrant dans la chambre d'ionisation à la vitesse de 160 par min.

1. Rutherford et Geiger : *Proc. Roy. Soc.*, série A, t. LXXXI, p. 162; 1908.
2. Geiger et Rutherford : *Phil. Mag.*, 6e série, t. XXIV, p. 618; 1912.
3. Geiger : *Verh. D. Phys. Ges.*, t. XV, p. 534; 1913.
4. Kovarik : *Phys. Rev.*, 2e série, t. IX, p. 567; 1917.
5. Alois F. Kovarik : *Phys. Rev.*, 2e série, t. XIII, p. 272-280; avril 1919.

Il reproduit aussi les graphiques que donnent les décharges spontanées au nombre de 8 environ par min. Ces décharges spontanées sont dues aux particules α, provenant de l'émanation contenue dans l'air, aux radiations émises par la substance des parois de la chambre [1], aux rayons γ du sol et autres sources extérieures, et, peut-être aussi, à l'imperfection des pointes.

Les électrodes en pointe utilisées doivent être préparées avec un soin spécial. Les pointes ordinaires peuvent produire une décharge continue dans le champ électrique intense, tandis qu'elles ne doivent donner un courant de réponse que lors de l'ionisation produite par les radiations. M. Kovarik a étudié un grand nombre d'électrodes : fils de platine en pointe, fils de platine terminés par un petit globule obtenu en chauffant la pointe jusqu'à la fusion, pointes d'acier de diverses formes et diverses dimensions, filaments de tungstène, etc. Les meilleurs résultats ont été fournis par des pointes d'acier, travaillées de manière à avoir des extrémités cylindriques et très fines, qu'on chauffe à la flamme pour constituer une surface régulière et uniforme. Le filament de tungstène peut facilement donner une pointe de forme quelconque par chauffage dans une flamme; les pointes ainsi obtenues fonctionnent très bien dans une atmosphère sèche, mais l'humidité affecte rapidement la surface et détruit les propriétés voulues. On n'a pas encore trouvé de pointe dont les qualités soient durables. Quelques électrodes en pointe peuvent fonctionner d'une manière continue pendant plus de cent heures, tandis que d'autres se brisent après une heure d'emploi.

M. Kovarik a utilisé son dispositif pour étudier la loi d'émission des particules β. Le graphique obtenu pendant 430,6 min. a permis d'inscrire 37.266 particules β. On l'a divisé en intervalles de 0,2 min. et on a compté les particules β dans chacun des 2.153 intervalles. Le plus petit nombre de particules a été 7 et le plus grand 31. On a calculé le nombre d'intervalles qui contiennent 7, 8, ..., 31 particules et on a représenté le nombre des intervalles en fonction du nombre correspondant de particules. La courbe obtenue est très voisine de celle fournie par la formule de Bateman :

$$P = \frac{x^n}{n!} e^{-x}$$

où x représente le nombre moyen de particules par intervalle et P la probabilité relative à un nombre de n particules par intervalle.

En disposant un écran sur l'ouverture de la chambre d'ionisation de manière à arrêter les rayons β, M. Kovarik a pu enregistrer les pulsations dues aux rayons γ et aux rayons X.

A. B.

Au sujet d'une trompe à mercure à remontage automatique. — Par une lettre publiée dans la *Revue* du 30 mars 1919, M. le Professeur Maquenne fait remarquer que le principe du remontage automatique des trompes à mercure remonte à M. Verneuil, qui en a décrit un dispositif au *Bulletin de la Société chimique* en 1891.

J'ignorais ce dispositif, que je n'ai jamais rencontré dans les laboratoires de la Sorbonne que j'ai eu l'occasion de visiter. M. Maquenne, que j'ai vu à ce sujet, a bien voulu m'en montrer quelques modèles qu'il a adoptés pour une trompe à deux chutes dont il est parlé dans la lettre précitée.

Le système Verneuil et le mien utilisent le même principe avec des dispositifs bien différents. Afin d'établir les faits, je fais une comparaison des deux systèmes en me reportant d'une part au *Bulletin de la Société chimique* de 1891 (p. 748), d'autre part au numéro du 30 novembre 1918 de la *Revue générale des Sciences* :

1° Dans la trompe à mercure ordinaire, on utilise deux réservoirs à mercure fixes; il en est ainsi dans le système Verneuil. M. le Professeur Maquenne, jugeant utile d'augmenter les dimensions de l'appareil, a rendu le réservoir supérieur mobile afin de produire l'amorçage. Dans mon système, il n'y a qu'un seul réservoir à mercure; il est fixe, d'où une *économie de mercure*.

2° La prise d'air dans la colonne de remontage du dispositif Verneuil se fait par une partie biseautée en contact avec le niveau du mercure maintenu constant. M. Maquenne remplace la partie biseautée par une petite ouverture à la base de la colonne de remontage. Dans mon dispositif, la prise d'air se fait par un petit bout de caoutchouc à vide muni d'une pince, ce qui permet le *réglage du remontage, avantage intéressant*.

3° L'appareil où vient gicler le mercure de la colonne de remontage est plus simple dans l'appareil Verneuil que dans le mien; cependant, actuellement, on ne s'arrête pas devant quelques complications dans le travail du verre. Il faut d'ailleurs remarquer que le jet de mercure qui est assez violent se produit horizontalement dans le remontage Verneuil, verticalement dans le mien, ce qui fait que dans mon dispositif on a un *équilibre mécanique meilleur*.

Paul Mathieu,
Ingénieur (ESE), professeur de Physique.

§ 4. — Cristallographie

Les méthodes de production de gros cristaux homogènes dans les solutions. — Certaines recherches sur les propriétés des cristaux nécessitent l'emploi de gros spécimens, aussi parfaits que possible. La production de ceux-ci a fait l'objet de nombreuses recherches depuis quelques années.

En 1908, F. Krüger et W. Finke [1] ont breveté un appareil pour la production de cristaux homogènes, propres aux recherches physiques, par la cristallisation en mouvement dans une solution circulante. Il comporte un élément thermique, soumis à un contrôle délicat, placé dans un récipient à sursaturation, et un dispositif de refroidissement, également contrôlé, situé entre le récipient à sursaturation et le cristallisoir. En 1915, J. J. Valeton [2] a perfectionné cet appareil, et tout récemment J. C. Hostetter [3] paraît avoir porté à son plus haut point de perfection la production des cristaux par cette méthode.

En 1915, J. M. Blake [4] a décrit deux autres méthodes de formation des cristaux. L'une consiste à refroidir lentement une solution saturée; pour cela, on place la solution dans un flacon, on suspend un germe cristallin dans la solution, on plonge le flacon dans un récipient plein d'eau bouillante entouré lui-même de sciure de bois, et on laisse refroidir. L'autre méthode consiste à suspendre un germe cristallin dans une solution du sel contenue dans un vase incliné, à placer une provision de sel solide vers l'extrémité supérieure du vase et à chauffer doucement cette extrémité. Blake a obtenu de bons résultats par cette dernière méthode.

A son tour, M. R. W. Moore [5], du Laboratoire de recherches de la General Electric Co, à Shenectady, vient d'expérimenter une méthode très simple, qui lui a donné de magnifiques cristaux homogènes avec le sel de Rochelle. Il dépose un ou plusieurs germes cristallins dans une solution presque saturée du sel, refroidit celle-ci jusqu'à ce qu'elle soit très légèrement sursaturée et maintient cet état de légère sursaturation par un refroidissement lent soigneusement contrôlé. Si le refroidissement est suffisamment lent et que la température ne varie que dans des limites très étroites, les germes cristallins se développent en cristaux clairs

1. M. Kovarik fait remarquer qu'une chambre en plomb donne un si grand nombre de décharges spontanées dues aux rayons du radium DEF contenu dans le plomb qu'elle est inutilisable pour ces expériences.

1. Brevet allemand n° 228.246.
2. *Ber. Sachs. Ges. Wiss.*, t. LXVII, pp. 1-59; 1915.
3. *Journ. Washington Acad. of Sc.*, t. IX, pp. 85-94; 1919.
4. *Amer. Journ. of Sc.*, t. XXXIX, pp. 567-570; 1915.
5. *Jour. Amer. chem. Soc.*, t. XLI, n° 7, pp. 1060-66; juillet 1919.

parfaitement formés, qui continuent à s'accroître et à rester homogènes aussi longtemps que l'état de légère sursaturation est maintenu.

Avec le sel de Rochelle, l'auteur opère comme suit : Il prépare une solution saturée entre 35° et 40°, sépare celle-ci de l'excès de sel, la chauffe à 7° ou 8° au-dessus de la température de saturation et la filtre sur papier dans un entonnoir de Büchner. Il prend soin que la température de la solution ne s'abaisse pas à moins de 4°-5° au-dessus de la température de saturation. De petits germes cristallins sont déposés au fond d'un vase qu'on remplit ensuite avec la solution saturée. Le vase est recouvert d'une plaque de verre, puis placé dans un grand bain-marie, dont la température est supérieure d'environ 0°,5 à la température de saturation de la solution. On laisse refroidir jusqu'aux environs de cette dernière. Puis, au moyen d'un thermostat très sensible, on contrôle la marche du refroidissement : on ne laisse la température baisser que de 0°,1 par jour jusqu'à ce que les cristaux se soient notablement accrus et aient pris une forme parfaite; on y arrive généralement en un seul jour. Puis on laisse la température diminuer de 0°,2 par jour; après que les cristaux ont atteint 2 à 2,5 cm., on élève la vitesse de refroidissement à 0°,3-0°,4 par jour; quand les cristaux ont dépassé 3 cm., on la porte à 0°,5-0°6 par jour. Lorsque la solution s'est refroidie à peu près à la température de le chambre, on enlève le vase du bain-marie, on retire les cristaux et on les sèche rapidement en les frottant avec une étoffe douce.

M. Moore a ainsi obtenu des cristaux de sel de Rochelle atteignant jusqu'à 7 cm., parfaitement clairs et homogènes, à faces et angles bien formés; il a également préparé de beaux cristaux d'alun, et sa méthode lui paraît applicable à la plupart des substances cristallisant en solution.

Ce procédé demande toutefois du temps et de la patience. Il sera bon de déterminer à l'avance exactement la température de saturation de la solution sur un petit intervalle autour du point où l'on se propose de commencer la cristallisation. En outre, il faudra faire quelques essais pour trouver l'intervalle de températures où il faut se maintenir pour que les germes cristallins ne se dissolvent pas et qu'il ne se forme pas de cristaux spontanés. Le contrôle de la température doit être parfait pendant toute la durée de la cristallisation, pour éviter la formation de plages opaques dans les cristaux.

§ 5. — Chimie industrielle

L'action des conditions atmosphériques sur la laine et le drap. — La nécessité pour l'Allemagne d'économiser le plus possible le drap servant à la confection des uniformes de ses soldats a conduit l'Administration à faire étudier les causes de la détérioration des vêtements militaires qui ont été portés pendant longtemps en service actif. M. A. Kertesz, qui a été chargé d'élucider ce point, vient de faire connaître les principaux résultats de ses recherches, qui le conduisent à attribuer cette détérioration à l'action prolongée des conditions atmosphériques normales [1].

Des fibres de laine, laissées pendant longtemps à l'air exposées à toutes les intempéries, se désintègrent peu à peu et finissent par se détruire complètement. La laine non teinte est beaucoup plus rapidement attaquée que la laine teinte, la différence étant facile à discerner sur les tissus mélangés. Les sels acides, les sels d'aluminium et de fer exercent une certaine influence protectrice, mais bien moindre que les sels de chrome. Les draps légers sont beaucoup plus rapidement détruits que les draps lourds.

L'influence des trois principaux facteurs atmosphériques : humidité, ozone, lumière actinique, a été étudiée séparément. L'ozone produit le ramollissement de la laine, mais non le durcissement particulier et la perte de l'apparence laineuse qui ont été notés sur les draps exposés à l'air. La présence ou l'absence d'humidité ne paraissent pas exercer d'action particulière. Par contre, les effets destructeurs observés peuvent être exactement reproduits par exposition aux rayons d'une lampe en quartz à vapeur de mercure, de sorte que la destruction de la laine est attribuable en définitive à l'action de la lumière actinique.

L'oxyde de chrome est l'agent protecteur le plus efficace contre cette destruction; il doit être présent en proportion d'environ 1 % du poids de la laine sèche. On peut l'incorporer sous la forme du sel de chrome d'un acide organique, par exemple une solution d'acétate de chrome à 3° - 5° B. ($d = 1,02 - 1,03$).

1. *Zeitschr. angew. Chem.*, t. XXXII, p. 168; 1919.

§ 6. — Physiologie

L'anoxémie, ses causes et son traitement. — L'anoxémie est une condition de l'organisme dans laquelle l'apport de l'oxygène aux tissus par le sang dans les capillaires est insuffisant au maintien normal de la vie. Son existence se traduit par des symptômes anormaux, qui peuvent être annulés par une augmentation de l'apport d'oxygène. Le Prof. J. S. Haldane a exposé récemment, dans une conférence au Laboratoire de Physiologie du Guy's Hospital, à Londres, les recherches qu'il a effectuées sur cette affection et qui en éclairent les causes et le traitement [1].

On sait que l'oxygène utilisable du sang existe sous deux formes. Une petite partie (environ 1/50 dans le sang artériel humain normal) est présente en solution. Mais la plus grande proportion est combinée avec l'hémoglobine sous forme de composé aisément dissociable, l'oxyhémoglobine, qui libère de l'oxygène libre à mesure que celui qui est en solution est consommé. La rapidité avec laquelle l'oxygène est cédé aux tissus dépend de la pression partielle, ou pression de diffusion, de l'oxygène libre en solution. Bohr, de Copenhague, a déterminé le premier la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine dans le sang de l'homme avec la pression partielle variable de l'oxygène libre présent.

L'anoxémie — ou chute excessive de la pression de diffusion de l'oxygène dans les capillaires — est due à l'une ou à plusieurs des causes suivantes :

1° Une saturation délicitaire du sang artériel par l'oxygène. Celle-ci peut provenir à son tour de l'une des deux circonstances ci-après : ou bien la pression partielle de l'oxygène dans les alvéoles pulmonaires est trop basse (par exemple par suite d'une diminution de la pression barométrique) pour produire une saturation normale de l'hémoglobine par l'oxygène, ou bien, par suite de gonflement, d'exsudation ou d'une autre anomalie des parois alvéolaires, l'oxygène ne peut diffuser vers l'intérieur assez rapidement pour saturer le sang pendant le temps limité de son passage à travers les capillaires alvéolaires ;

2° Un ralentissement de la circulation (provenant par exemple d'une faiblesse subite du cœur ou d'une grande perte de sang); une proportion excessive d'oxygène est alors consommée dans les capillaires;

3° Une diminution de la proportion d'hémoglobine active du sang (comme dans l'anémie ou l'intoxication par certains gaz qui se fixent sur l'hémoglobine ou la détruisent);

4° Enfin une modification de la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine, qui fait qu'elle cède plus lentement son oxygène. Bohr et ses élèves ont montré, en effet, que, lorsque la pression partielle de CO^2 diminue dans le sang, l'oxyhémoglobine retient plus fortement son oxygène, et Barcroft a reconnu que d'autres acides en faibles quantités agissent comme CO^2.

C'est donc en vertu de ses propriétés acides que CO^2 altère les fonctions de l'hémoglobine. Or on peut

1. *The British medical Journal*, n° 3055, p. 65; 19 juillet 1919.

diminuer la proportion normale de CO^2 dans le sang artériel par une ventilation exagérée, comme dans la respiration forcée. Celle-ci produit en effet une série de symptômes tout à fait semblables à ceux de l'anoxémie pure. Ceux-ci sont beaucoup moins accusés quand la respiration forcée a lieu dans l'oxygène pur et non dans l'air ordinaire.

L'anoxémie provoque certains symptômes qui constituent autant de réponses de l'organisme.

Quand elle provient d'une diminution rapide soit de la proportion d'oxygène dans l'air inspiré, soit de la pression atmosphérique, le premier symptôme défini est généralement une accélération de la respiration ; mais, à moins que l'anoxémie ne soit forte, la respiration devient bientôt plus tranquille. Si l'anoxémie s'est produite graduellement et n'est pas excessive, l'augmentation de la respiration n'est pas perceptible. On peut l'expliquer ainsi :

Dans les conditions normales, l'activité du centre respiratoire est réglée très exactement par la pression partielle de CO^2 dans l'air alvéolaire, autrement dit par la variation de la concentration du sang en ions H. Quand le manque d'oxygène vient stimuler en outre le centre respiratoire, si aucun excès de CO^2 n'accompagne le défaut d'oxygène, une plus grande quantité de CO^2 est éliminée du sang artériel. L'excitation du centre due aux ions H devient plus ou moins latente, et il se produit dans le sang un état d'« alcalose » (qui se traduit par une forte diminution d'acidité de l'urine). L'action du centre respiratoire se ralentit donc à mesure que la quantité de CO^2 du sang diminue, et le résultat final est une faible accélération de la respiration. Mais l'anoxémie n'en persiste pas moins pour cela.

Un autre phénomène respiratoire fréquent dans l'anoxémie, surtout modérée, c'est l'apparition de la respiration périodique du type clinique ordinaire de Cheyne-Stokes. La production de cette dernière dépend du fait que, lorsque le manque d'oxygène agit sur la respiration, la mise en train et la cessation de l'excitation se produisent d'une façon beaucoup plus tranchée que sous l'influence de CO^2. Le gouvernail respiratoire devient alors trop sensible, comme le régulateur d'une machine à vapeur qui n'a pas de volant ou une charge insuffisante : l'apport d'oxygène au centre devient, quand l'anoxémie n'est pas trop considérable, alternativement assez faible pour provoquer une respiration précipitée, et, assez fort, en l'absence de CO^2 qui a été éliminé, pour produire l'apnée.

La réponse de la circulation à l'anoxémie paraît dans l'ensemble analogue à celle de la respiration. Quand l'anoxémie intervient rapidement, il y a d'abord une accélération marquée du pouls et une légère augmentation de la pression ; mais, comme pour la respiration, ces variations se modèrent bientôt. La couleur des lèvres, de la langue et de la face renseigne en une certaine mesure sur le degré d'anoxémie. Si l'anoxémie se produit rapidement, ou si elle survient sans qu'il y ait un excès d'élimination de CO^2 du sang, on observe la « cyanose bleue » des lèvres et de la face. Mais, si l'anoxémie se produit graduellement et que CO^2 s'élimine du sang en grande quantité, la cyanose est moins évidente et d'une couleur plus terne.

Les effets de l'anoxémie sur le système nerveux sont caractéristiques : l'acuité des organes des sens, la mémoire, la rectitude du jugement s'affaiblissent graduellement et sans grand malaise.

Quand la cause de l'anoxémie persiste, elle ne peut évoluer que vers l'une des deux terminaisons suivantes :

Ou bien l'individu s'adapte, s'acclimate à un degré plus ou moins étendu, et cela par diminution de l'alcalose, sous l'action des reins et du foie ;

Ou bien son état empire de plus en plus. Il se produit des phénomènes du genre de ceux du mal des montagnes, puis des symptômes encore plus graves. On note une sorte d'épuisement du centre respiratoire : la respiration devient de plus en plus courte et fréquente ; un cercle respiratoire vicieux s'établit, car la respiration peu profonde augmente à son tour l'anoxémie, et la mort survient bientôt par fléchissement du centre respiratoire plutôt que du cœur.

Le traitement de l'anoxémie doit consister à rompre le plus tôt possible ce cercle vicieux, et pour le Prof. Starling le seul moyen pratique est l'inhalation d'oxygène, dont les bons effets ont déjà été montrés par Pembrey.

Pour éviter le gaspillage, il est inutile de faire respirer au malade l'oxygène pur, ou même à 80 %, lequel, au bout de quelques jours, produirait d'ailleurs de la pneumonie. Il suffit d'ajouter à l'air ordinaire la quantité d'oxygène juste suffisante pour faire disparaître l'anoxémie. M. Starling a combiné un petit appareil, pouvant s'adapter à une bonbonne à oxygène, qui permet au malade d'aspirer juste la quantité d'oxygène nécessaire, sans perte à l'expiration. Cet appareil a été utilisé avec succès depuis 1917 dans l'armée anglaise pour le traitement des cas d'anoxémie causés par l'aspiration de gaz toxiques.

Une méthode différente d'administration continue de l'oxygène a été appliquée depuis 1918 à Cambridge par MM. Barcroft et Hunt. Elle consiste à maintenir le malade, avec son lit, dans une chambre hermétiquement close où l'on envoie de l'air enrichi en oxygène dans la proportion voulue ; cet air est continuellement purifié et desséché par passage dans des appareils d'absorption. Cette méthode est plus onéreuse, mais elle a permis d'obtenir d'excellents résultats dans les cas où le traitement doit se prolonger pendant une certaine période.

Etant donnée la fréquence de l'anoxémie, qui constitue une complication dangereuse de la pneumonie et de la broncho-pneumonie, et se retrouve presque toujours dans la bronchite, l'asthme et la plupart des maladies chroniques ou congénitales du cœur, les recherches du Prof. Starling acquièrent une grande importance pratique.

LES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES FRANÇAISES D'AVANT GUERRE

LEUR AVENIR

En ce moment de reconstitution de nos forces, il est intéressant plus que jamais de dresser le tableau fidèle des industries métallurgiques qui occupaient déjà une si grande place dans notre pays et vont désormais prendre une importance prépondérante, maintenant que la vaillance de nos soldats nous a rendu les riches provinces qui nous avaient été brutalement arrachées. Aussi faut-il reconnaître que M. le professeur Léon Guillet a fait œuvre bonne et utile en rassemblant dans un seul ouvrage[1] le développement des nombreuses conférences que, depuis le début des hostilités, il a eu l'occasion de faire sur la question avec la compétence que l'on connaît. Nous nous proposons d'analyser cet important travail, en insistant tout particulièrement sur les chapitres que M. Guillet lui-même a tenu à cœur de présenter au public, en les soulignant avec son énergie si pleine de conviction; ces chapitres présentent un intérêt capital pour le relèvement de notre situation dans le monde, puisqu'ils ont trait aux rapports de la science et de l'industrie, à l'influence de la méthode scientifique dans les progrès passés et à venir de la Métallurgie, à l'organisation scientifique dans les usines, enfin à la préparation technique du personnel dirigeant, par suite aux améliorations à apporter à notre enseignement supérieur.

*

Dans la première partie de son livre, l'auteur passe en revue les différentes métallurgies, en donnant naturellement la place d'honneur à celle du fer et de l'acier. Ce n'est pas à proprement parler un traité de métallurgie, mais plutôt une monographie de chacun des métaux, où les procédés de fabrication sont fort bien exposés ainsi que les derniers perfectionnements qui y ont été apportés. C'est la mise à jour des méthodes nouvelles, où interviennent surtout l'emploi du four électrique et de l'électrolyse, et aussi les progrès résultant des plus récentes recherches de laboratoire.

Enfin, par une heureuse innovation, l'auteur a rapproché de l'étude technique de chaque métal, sa situation économique en France et dans le monde. Ces statistiques établissent d'une façon frappante notre situation relative, notamment vis-à-vis des Allemands, à la veille du conflit formidable qui vient de se terminer. Elles permettent de se rendre compte de ce qu'elle peut devenir, lorsque l'équilibre sera rétabli, à la condition toutefois de tirer le meilleur parti des éléments favorables en notre possession.

M. Guillet, exposant l'histoire de différents métaux, étudie les conditions techniques et économiques au milieu desquelles évolue chaque métallurgie, et débute en examinant la situation mondiale des combustibles soit naturels, soit artificiels, qui constituent pour chacune d'elles la matière première principale commune. Nous résumerons les points essentiels de cette étude très détaillée.

COMBUSTIBLES. — Les combustibles naturels, qui comprennent anthracites, houilles et lignites, ont donné lieu en 1913 à une production mondiale de 1.343.000.000 de tonnes. Dans ce chiffre interviennent pour plus des 4/5 les trois pays producteurs : les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et l'Allemagne, ces deux derniers, presque égaux, largement dépassés par le premier. La France avec ses 40 millions de tonnes ne joue qu'un rôle très effacé. Aussi, pour sa consommation de 60 millions, était-elle obligée d'importer l'excédent d'Angleterre, d'Allemagne et de Belgique. Sur les 191 millions de la production allemande, l'Alsace-Lorraine intervient seulement pour 3.800.000.

D'après le calcul des réserves mondiales de charbon établi par M. de Launay, celles de la France ne constitueraient pas pour elle plus d'un siècle assuré, même au taux de la consommation actuelle. Il nous faudra alors compter sur les immenses réserves probables de l'Asie et des Etats-Unis.

Parmi les combustibles artificiels, le coke est de beaucoup le plus important, en raison de ses emplois métallurgiques et des sous-produits récupérés dans sa fabrication. Les progrès apportés à cette industrie consistent dans l'emploi d'une gamme de charbons beaucoup plus étendue et dans la compression du charbon avant sa mise au four. M. Charpy a démontré que, par le pilonnage et un traitement thermique convenable, on pouvait ne plus s'astreindre à cokéfier des charbons spéciaux.

1. *Les Industries métallurgiques d'avant guerre ; Leur avenir*, par LÉON GUILLET, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. 1 vol. in-8° de 768 pages avec 44 planches hors texte. H. Dunod et Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

La production mondiale du coke en 1913 a été de 110.000.000 de tonnes, dont 32 millions pour l'Allemagne, 3.667.000 seulement pour la France. Notre consommation dépassait avant la guerre 6 millions de tonnes; notre déficit était donc de 3 millions de tonnes, et nous recevions de nos ennemis plus de 2 millions de tonnes. Ce déficit en coke sera augmenté de plus de 4 millions du fait de l'incorporation des usines métallurgiques de Lorraine, sans compter que les cokeries de Lens et de Dourges sont à reconstruire. L'utilisation des combustibles gazeux résiduels pour les chauffages industriels, gaz des hauts fourneaux et gaz des fours à coke, prend tous les jours plus d'importance.

Fer. — Plus que toute autre, cette métallurgie intéresse notre pays en raison des richesses en minerai dont il se trouve doté. En parcourant le tableau historique tracé de main de maître par M. Guillet, qui fait passer sous les yeux les grandes figures de Bessemer, Martin, Gruner, Thomas, Le Chatelier, etc., il est intéressant de noter le rôle primordial que la France et l'Angleterre ont joué dans la création de toutes les méthodes utilisées actuellement et combien peu l'Allemagne y a participé.

Les principaux progrès dans la fabrication de la fonte se rapportent aux hauts fourneaux eux-mêmes (dimensions, parois, appareils de chargement automatiques ou skips), à l'utilisation des gaz de hauts fourneaux avec l'épuration qu'elle comporte, au chauffage et à la dessiccation de l'air et enfin au parti que l'on tire des sous-produits (ciment de laitier).

Dans les aciéries, l'emploi du mélangeur se généralise de plus en plus. — Les fours sont à plus grande capacité, la disposition des appareils mieux étudiée. — On adopte la marche en fonte liquide; on combine le travail au mieux de la conduite de l'affinage et de la qualité du produit à obtenir entre convertisseurs, fours Martin et même fours électriques, d'où les procédés Duplex et Triplex dont les Américains font si grand usage.

Dans la production du minerai, de la fonte et de l'acier, l'Allemagne occupait en 1913 le second rang derrière les Etats-Unis, et la France le quatrième. Sur une extraction mondiale de 170 millions de tonnes, l'Allemagne-Luxembourg contribuait pour 48 millions, dont 21 millions provenant de Lorraine et 7 millions du Luxembourg, et la France pour 22 millions, dont 19 millions 1/2 de Lorraine. Le rapprochement de ces simples chiffres explique suffisamment d'une part le but principal que recherchaient nos ennemis en nous attaquant, d'autant plus que le minerai de Lorraine qu'ils exploitaient est plutôt siliceux et considéré par eux comme minerai d'appoint, et aussi la situation extrêmement brillante que nous a réservée la victoire, puisque nous disposerons désormais d'un tonnage de minerai de fer presque double. Avant la guerre, l'excédent des exportations de minerais français sur les importations s'élevait à 7 millions (exportations en Belgique et Allemagne surtout) Il faut espérer que désormais le chiffre de nos exportations deviendra bien plus considérable.

La production mondiale de la fonte est passée de 12 millions de tonnes en 1870 à 80 millions en 1913, dont 19 millions pour l'Allemagne et 5 millions pour la France. Celle de l'acier, qui était de 5 millions en 1880, a atteint 75 millions en 1913, avec 19 millions pour l'Allemagne et 4 millions 1/2 pour la France. On voit que ces chiffres sont à peu près parallèles. La fonte fabriquée en France est en grande partie de la fonte Thomas (3 1/2 millions). Quant au fer proprement dit, sa production diminue sans cesse, et après s'être élevée au maximum à 1 million de tonnes en 1882, elle est retombée en 1912 à environ moitié (525.000 tonnes).

L'étude détaillée de la situation des usines dans les différentes régions de France et de l'Etranger fait ressortir l'importance croissante du procédé Martin basique, parce qu'il utilise des matières premières moins limitées comme qualité, et qu'il fournit des produits de premier choix. Néanmoins la proportion de l'acier Martin est très variable, suivant les pays, et le pourcentage est de 70,9 % pour l'Angleterre et de 65,5 pour les Etats-Unis, tandis qu'il se maintient à 34,8 et 32,8 pour l'Allemagne et la France, pays où l'on traite les minerais franchement phosphoreux [1].

Quant à l'acier électrique, sa fabrication est encore peu répandue. C'est surtout en Allemagne qu'elle a tendance à se développer.

Cuivre. — Le principal minerai étant la pyrite cuivreuse, la question du grillage joue un rôle primordial dans cette métallurgie, comme d'ailleurs dans celle de la plupart des métaux autres que le fer, et là les progrès ont été considérables. Le convertissage par insufflation et surtout par aspiration (procédé Dwight et Lloyd) est avantageusement appliqué, aussi bien pour la désulfuration que pour l'agglomération. Nous

1. E. Demenge : L'acier Martin dans le monde. Sa production comparée à celle des autres aciers. *Génie civil* des 1er, 8, 15 et 22 avril 1916.

citerons comme autres améliorations dans la fabrication du cuivre brut l'emploi de water-jackets à section rectangulaire munis d'un avant-creuset avec fusion pyritique ou semi-pyritique pour la préparation de la matte, tel qu'il est appliqué à l'usine de Givet de la Compagnie française des Métaux, usine qui vient d'être reconquise, le convertissage de cette matte avec le procédé basique, les fours d'affinage de grandes dimensions et enfin l'extension que prennent les méthodes par voie humide pour le traitement des minerais pauvres. L'emploi du four électrique n'est encore qu'à l'étude. Enfin, pour l'affinage électrolytique pratiqué à Givet et à Dives, on utilise une densité de courant plus élevée qu'autrefois et des anodes plus impures.

La production mondiale du cuivre métal s'élevait en 1913 à 1.000.000 de tonnes environ. Elle avait plus que triplé dans les treize dernières années. Ici encore les Etats-Unis jouent un rôle prépondérant, puisqu'ils produisent presque les 6/10 (589.100 t.). L'Allemagne avec 41.000 tonnes et la France avec 12.000 tonnes se trouvent, au contraire, reléguées au dernier plan. Les Etats-Unis sont donc le réservoir où puisent toutes les nations. Ils ont fourni, en 1913, 72.000 tonnes à la France et 220.000 tonnes à l'Allemagne. On conçoit combien cette dernière se trouva au dépourvu quand elle eut épuisé ses stocks. La France, qui consomme 103.000 tonnes, produit à peine 12 % de sa consommation et importe environ 95.000 tonnes pour les transformer.

PLOMB. — Les water-jackets pour la fusion du plomb d'œuvre ont été agrandis comme ceux du cuivre. On applique l'électrolyse à l'affinage. Enfin on récupère l'antimoine des crasses dans la proportion de 80 à 90 %, en les chauffant avec du sulfure de sodium.

La production mondiale du plomb marchand en 1913 s'élève à 1.186.000 tonnes, dont 407.000 tonnes pour les Etats-Unis, 203.000 tonnes pour l'Espagne, 181.000 tonnes pour l'Allemagne, 116.000 tonnes pour l'Australie et seulement 28.000 tonnes pour la France. On voit que l'Espagne est le plus gros producteur européen. Il est à remarquer que le plomb fabriqué en Allemagne comporte 40 % de minerais importés et que la consommation dans ce pays est supérieure à sa production d'environ 40 à 50.000 tonnes. La France, qui consomme plus de 100.000 tonnes, est obligée d'importer des tonnages considérables. Il n'est pas douteux que les fonderies de plomb peuvent et doivent s'y développer en traitant les minerais de nos colonies africaines dont l'exploitation va progresser, ainsi que les concentrés australiens qui alimentaient jusqu'ici les usines allemandes.

ARGENT ET OR. — Les bocards sont de plus en plus remplacés par les broyeurs à cylindres ou tubes-mills. La cyanuration prend la place de l'amalgamation, et l'on précipite non plus par les tournures de zinc, mais par des poussières de zinc recueillies dans les étouffoirs des fonderies ou par la poudre d'aluminium.

Sur une production totale de 7.745 tonnes d'argent en 1911, les Etats-Unis et le Mexique intervenaient pour 5.200 tonnes et la France pour 47 tonnes, provenant seulement des métallurgies du cuivre et du plomb. Nous étions tributaires de l'étranger pour 400 tonnes environ.

A la même époque on produisait 713 tonnes d'or dans le monde, soit 294 tonnes au Transvaal, 138 tonnes aux Etats-Unis, 82 en Australie, 43,5 en Russie, 34 au Mexique et 2,8 en France. On sait que nos principales exploitations indigènes sont actuellement La Bellière et le Châtelet, et à ce propos il est bon de noter que notre pays possède réellement des mines d'or, tandis que les 5 tonnes de l'Allemagne sont uniquement obtenues comme sous-produits des métallurgies du cuivre et du plomb.

ZINC. — C'est la métallurgie où les progrès ont été les plus lents en raison des difficultés qu'elle présente.

Les améliorations consistent dans l'emploi de fours économisant autant que possible le charbon et pourvus d'appareils mécaniques de chargement, et aussi dans la conduite de la distillation qu'il convient de ne pas pousser à l'extrême, quitte à recueillir à l'état d'oxydes les dernières quantités de zinc restant dans les cendres. L'application du four électrique pour extraire le zinc métallique des minerais est toujours à l'état d'étude. Quant aux procédés d'électrolyse auxquels l'Anaconda a donné une grande extension, ils ne fournissent des résultats industriels qu'avec certains minerais et dans des conditions de revient, de courant et de cours du métal particulièrement favorables.

Les principaux producteurs sont les Etats-Unis, l'Allemagne et la Belgique. Sur le million de tonnes de métal réalisé dans le monde entier en 1913, ces trois pays ont des contingents respectifs de 320, 280 et 197 milliers de tonnes. La France arrive au chiffre modeste de 63.000 tonnes en 1912. Toutefois sa situation est meilleure au point de vue minerais : 46.000 tonnes sont extraites de la métropole, 74.000 d'Algérie, 37.400 de Tunisie et enfin 25.000 à 30.000 tonnes du Tonkin.

Etain. — En dehors de la métallurgie proprement dite de l'étain, qui est très simple, se présente la question très importante du traitement des déchets de fer-blanc. L'étain est recueilli soit sous forme de tétrachlorure, soit à l'état métallique, par électrolyse. Les Allemands ont particulièrement étudié tous ces procédés d'extraction.

La situation économique est très spéciale : les pays consommateurs ne sont pas les pays producteurs. Ceux-ci sont les Détroits (Etats anglais de la presqu'île de Malacca et certaines îles hollandaises telles que Banka et Billiton), la Bolivie. Ces régions envoient d'ailleurs en Europe une partie de l'étain sous forme de minerais. La production mondiale de l'étain est de 130.000 tonnes, dont 65.000 expédiées par les Détroits. L'Angleterre produit à peu près sa consommation : 22.000 tonnes, dont 5.300 avec ses minerais indigènes, et l'Allemagne 11.500 tonnes, alors qu'elle en consomme 19.300 tonnes. La France importe la plus grande partie des 8.300 tonnes qui lui sont nécessaires.

Antimoine. — A noter le nouveau procédé appliqué par M. Marcel Biver pour traiter au water-jacket la *cervantite* Sb^3O^4, provenant du département de Constantine, par une simple fusion réductrice avec addition de minerai de fer et silice comme fondant. On recueille 30 à 40 % de l'antimoine dans le métal fondu. Le reste est presque entièrement volatilisé et condensé dans des chambres à l'état d'oxysulfure à 73 %. Le métal brut est ensuite affiné. Ce traitement eut lieu aux usines de Langeac.

On produit en tout 16.000 tonnes environ d'antimoine avec la Chine et le Mexique. La France est un gros producteur, avec un chiffre dépassant 5.000 tonnes. D'ailleurs le tonnage de minerai extrait de ses mines et de celles d'Algérie atteint 14.500 tonnes. Ce métal est surtout utilisé sous forme d'alliage avec le plomb ou l'étain. Son rôle est de durcir. On a fait grand emploi du plomb antimonieux dans la fabrication des balles de shrapnel.

Nickel. — On distingue le traitement de la *garniérite*, silicate double de nickel et de magnésium, et celui des pyrites ou arsénio-sulfures du Canada qui contiennent soit du cuivre, soit du cobalt, de l'argent. Comme dans la métallurgie du cuivre, on traite la garniérite en formant une matte que l'on déferre, mais à l'inverse du cuivre, on ne continue pas le convertissage et on grille à mort le sulfure de nickel pour le transformer en oxyde que l'on soumet à une calcination réductrice. Le procédé si original de Mond s'applique aux minerais canadiens. On sait qu'il est essentiellement basé sur l'action de l'oxyde de carbone à 100° sous une pression de 15 atmosphères sur le nickel réduit obtenu comme précédemment. Il se forme alors un carbonyle de nickel $Ni(CO)^4$ volatil, qui se décompose à 180° sous la pression atmosphérique et abandonne son nickel.

On connaît le rôle important que joue le nickel dans la métallurgie de l'acier. C'est la France qui la première en 1885 en indiqua l'emploi. Il intervient également dans la fabrication des cupro-nickels et maillechorts. La production dans le monde s'élevait en 1912 à 28.500 tonnes. Dans ce chiffre, les Etats-Unis et le Canada intervenaient pour 15.900 tonnes, l'Angleterre 5.200, l'Allemagne 5.000 et la France 2.100 tonnes. Quant aux matières premières, la Nouvelle-Calédonie exportait à elle seule, en 1913, 93.000 tonnes de minerais à 7 %, tandis que le Canada produisait 22.500 tonnes de minerais ou mattes. L'Allemagne dépend donc entièrement des Alliés pour s'approvisionner.

Mercure. — Dans la métallurgie de ce métal se présente la même complication que nous avons vue à propos du zinc. Il faut condenser le métal qui se dégage à l'état de vapeur : toutefois ici on n'a pas à craindre l'oxydation et le produit fondant à 38°6 est forcément obtenu à l'état liquide.

Sur les 4.200 tonnes qui représentaient la production totale en 1913, l'Espagne a fourni plus de 35 % avec sa vieille mine d'Almaden. Venaient ensuite l'Italie, l'Autriche-Hongrie et les Etats-Unis, avec une production du même ordre de grandeur (de 1.000 à 703 kgs).

Aluminium. — La fabrication industrielle de ce métal a une origine bien française et nous pouvons en revendiquer l'honneur. C'est d'ailleurs notre pays qui possède les plus beaux gisements de bauxite, qui alimentaient jusqu'ici trop d'usines étrangères et seront réservés désormais, il faut l'espérer, aux seuls industriels français. La métallurgie comporte 2 phases : transformation du minerai en alumine pure et électrolyse de cette alumine en solution dans la cryolithe fondue.

L'alumine est obtenue maintenant principalement par le procédé Bayer, dans lequel on dissout l'alumine par une solution de soude caustique, et on laisse se précipiter lentement l'hydrate d'alumine par la simple action de l'air. Le procédé au nitrure, si intéressant, puisqu'il fournit de l'ammoniaque comme sous-produit, n'est pas encore sorti de la période d'essais. Dans l'électrolyse de l'alumine, on est arrivé par des essais

d'ordre scientifique à déterminer le mélange présentant la plus grande fusibilité possible et à trouver dans quelle proportion il est nécessaire d'ajouter de la fluorine à la cryolithe.

La situation économique de l'aluminium est très intéressante à étudier à notre point de vue national. En 1913, les 68.000 tonnes produites dans le monde comprenaient 18.000 tonnes françaises, soit 26,5 %. En 1900, notre production était de 1.500 tonnes. En 13 ans elle est donc devenue 15 fois plus forte, alors que la production mondiale a été seulement multipliée par 8,7.

L'Angleterre, qui a produit 7.500 tonnes en 1913, a progressé dans la même proportion que la France, mais avec des chiffres relatifs bien moins élevés. Néanmoins l'Amérique tient encore la tête avec le chiffre de 22.500 tonnes, qu'elle tire en plus grande partie de ses minerais indigènes. Le tonnage des bauxites extraites de nos mines françaises s'est élevé en 1912 à 259.000 tonnes. D'autre part, en 1913, alors que nos importations étaient insignifiantes, nos exportations comprenaient environ 168.000 tonnes de bauxite, 7.500 tonnes d'alumine, 3.000 tonnes d'aluminium en lingots et déchets, et enfin 1.600 tonnes de feuilles d'aluminium. L'Allemagne était un de nos gros acheteurs, soit directement, soit par l'intermédiaire de la Suisse ou des Pays-Bas. Tel est le rôle important que joue notre pays vis-à-vis de l'étranger dans tout ce qui se rapporte à cette métallurgie.

On sait que pendant la guerre les Allemands, privés de la source où ils s'alimentaient, ont considérablement développé les gisements de bauxite de Hongrie et de Dalmatie. Nous ne nous étendrons pas sur les emplois toujours plus nombreux de l'aluminium et sur le brillant avenir réservé à ce métal. Étant données nos riches et considérables réserves, nous ne pouvons que nous en réjouir.

PLATINE. — La métallurgie du platine se fait par voie humide. L'Oural fournit 90 % du platine employé dans le monde, et à elle seule la Cie Industrielle du platine contrôle la moitié environ de la production mondiale, qui est de 6 à 7 tonnes. On connaît la variation considérable des prix du platine. Le kg., qui valait en 1860 de 500 à 800 francs, était monté à 7.000 fr. avant la guerre. Il vaut aujourd'hui de 23.000 à 25.000 francs.

MÉTAUX SECONDAIRES. — M. Guillet appelle ainsi ceux qui sont rarement utilisés à l'état pur et interviennent à l'état d'alliages et surtout de ferro ou cuproalliages. Tels le manganèse, le chrome, le tungstène, le molybdène, le vanadium, le titane. Un métalloïde, le silicium, vient s'ajouter à la série. Ces alliages peuvent contenir plus ou moins de carbone suivant le procédé employé pour leur obtention. Les minerais de manganèse sont fournis surtout par la Russie, les États-Unis, les Indes et le Brésil. La chromite provient généralement de la Rhodésie, de la Nouvelle-Calédonie, de la Turquie, de la Russie ou de la Grèce. Le wolfram est extrait principalement dans le Colorado, en Argentine et en Portugal, le molybdène en Australie et le vanadium au Pérou.

Après avoir ainsi passé en revue les conditions techniques et économiques se rapportant à chacun des métaux, le lecteur a sous les yeux une série de tableaux graphiques fort bien présentés. Sans imposer la comparaison aride des chiffres, ces tableaux indiquent immédiatement la production relative de la fonte et de l'acier dans les différents pays et à diverses époques; de même pour le zinc, le cuivre, le plomb, l'argent, le nickel, l'aluminium, l'étain. Ils constituent le résumé visuel très succinct des principales données statistiques que nous avons analysées.

***

La seconde partie de l'ouvrage, tout à fait distincte de la première, comprend la recherche des principaux facteurs ayant influencé le développement des métallurgies suivant les régions. Ces facteurs sont :

1° la richesse du sol, soit en minerais, soit en combustibles;

2° l'évolution des méthodes. Exemple : la découverte de la déphosphoration mettant en pleine valeur notre magnifique bassin lorrain;

3° les recherches scientifiques, dont l'influence est si efficace sur les méthodes de fabrication;

4° l'organisation des usines et les méthodes commerciales;

5° la situation douanière;

6° l'enseignement technique, si intimement lié à la formation du personnel et à sa valeur.

M. Guillet s'est étendu plus particulièrement sur certains de ces facteurs, et en particulier sur l'intervention de la science en vue de rectifier la marche industrielle des usines et d'améliorer leurs produits. Nous avons plaisir à analyser le magistral exposé de tous ces travaux auxquels il a pris lui-même une part si active.

La méthode scientifique, on le sait, peut être définie par l'étude systématique de l'influence des facteurs intervenant dans un phénomène déterminé, un seul de ces facteurs variant à la fois. Alors que l'industrie d'autrefois n'était

faite que de tours de mains et ne procédait que par empirisme, les incomparables progrès réalisés depuis soixante ans sont uniquement dus à l'introduction de cette méthode dans la fabrication.

En partant du minerai et le suivant à travers ses transformations jusqu'au métal marchand, on rencontre d'abord la concentration ou, si l'on veut, l'enrichissement par catégories, opération que les procédés par magnétisme et par flottaison sont venus si heureusement améliorer. Ce minerai, avant d'être traité, est analysé avec précision et rapidité : ces analyses sont nécessaires tant pour évaluer sa valeur que pour calculer le lit de fusion. Il en est de même pour les autres matières premières. Au cours du traitement, on prend maintenant les températures (pyromètres Le Chatelier et Fery), on mesure les débits des gaz, les pouvoirs calorifiques des combustibles (bombe Mahler, appareil Junker). Enfin on arrive aux exemples classiques du Bessemer, du four Martin, de la déphosphoration, de l'aluminothermie, etc.; et aux études purement scientifiques, qui en expliquant certains des phénomènes, et précisant les conditions dans lesquelles réagissent les corps en présence, ont conduit à de multiples applications pratiques. Parmi toutes ces études, on peut citer les suivantes :

Conditions d'équilibre pour chaque température du système carbone, oxyde de carbone, anhydride carbonique, établies par M. Boudouard. Recherches de M. Charpy relatives aux actions du carbone solide ou de l'oxyde de carbone sur les oxydes métalliques. Conditions de formation des mattes. Recherches sur la fusibilité des silicates, c'est-à-dire des laitiers et scories, suivant leur composition, travaux auxquels sont attachés les noms de Vogt, Ackermann, Boudouard et Shepherd.

C'est également la science qui permet de sonder la valeur du métal et par suite de l'améliorer soit par des additions, soit par des traitements extérieurs. Les essais auxquels on le soumet sont mécaniques, chimiques, physiques ou physico-chimiques. Les premiers comprennent des essais de traction qui fixent la charge de rupture R, la limite élastique E, l'allongement % A et la striction E, des essais de choc qui déterminent la fragilité au mouton ordinaire ou mieux la résilience, c'est-à-dire le nombre de kilogrammètres nécessaires pour produire la rupture d'un centimètre carré de section utile d'un barreau entaillé, avec le pendule Charpy, ou les appareils Frémont et Guillery, et des essais de dureté avec l'appareil à bille Brinell, des essais de pliage, d'emboutissage, de pression, etc. Les essais chimiques consistent en analyses proprement dites et en essais de corrosion.

Nous nous arrêterons davantage aux essais physiques et physico-chimiques Leur multiplicité est grande puisqu'ils embrassent les différentes propriétés physiques du métal, sa dilatation, sa résistance électrique, etc. L'une des méthodes auxquelles ils donnent lieu, et qui a permis d'obtenir des résultats remarquables, est la Métallographie microscopique, science d'origine française, qui met en lumière la structure du produit. Rappelons-en le principe. Un alliage, quel qu'il soit, est formé de constituants qui sont soit des métaux purs, soit des combinaisons de ces métaux entre eux, soit des solutions solides, c'est-à-dire des mélanges en proportion variable de ces mêmes métaux. L'examen au microscope de la surface du métal convenablement polie et attaquée par certains réactifs permet, avec un éclairage par réflexion, de distinguer les divers constituants. En comparant différentes vues obtenues avec le même produit ou avec des produits différents, on est parfaitement renseigné sur les défauts physiques, l'homogénéité, la composition, les impuretés, le traitement subi, etc.

Cette nouvelle science, ébauchée dès 1824 à Paris par M. Bréant, directeur de la Monnaie, a été reprise à divers intervalles par Anosoff, Sorby, Martens et Wedding, mais le premier mémoire important sur la question fut établi par MM. Osmond et Werth en 1885 dans leur théorie cellulaire de l'acier. Enfin parut en 1894 le magistral travail d'Osmond sur la Métallographie des alliages de fer et de carbone, auquel il n'y a presque rien à changer maintenant. Depuis cette époque, M. Henry Le Chatelier rendit industrielle la méthode très minutieuse d'Osmond, en simplifiant la préparation de l'échantillon, en indiquant de nouveaux réactifs pour l'attaque et en créant un appareil maniable pour l'observation et la photographie de grandes surfaces.

Parallèlement à la métallographie, d'autres méthodes ont été imaginées pour déterminer les points de fusion et de transformation, c'est-à-dire les températures où des réactions se produisent dans la matière solide. Ces points, les derniers surtout, sont très importants, puisqu'ils fixent les températures de trempe. Les noms de Roberts-Austen, de Saladin, de Le Chatelier et de Broniewski s'attachent à la mise au point des appareils employés pour leur détermination. La méthode des dilatations, en particulier, a permis à MM. Le Chatelier, Coupeau, Charpy et Grenet, de faire progresser l'étude théorique des produits métallurgiques courants.

Viennent ensuite la théorie moderne de la constitution des alliages et la conception du diagramme d'équilibre de chaque alliage ; ce diagramme est constitué par un ensemble de courbes représentant en fonction de la température et de la composition le commencement de la solidification (liquidus), la fin de la solidification (solidus) et les transformations qui peuvent se produire dans la masse solidifiée (lignes de transformation). On sait que, à la différence des métaux, dont le point de fusion est à température constante, il y a pour les alliages entre le commencement et la fin de la solidification un écart de température variable avec la composition. On constate de plus, dans les alliages une fois à l'état solide, des variations brusques de leurs propriétés, chaleur spécifique, dilatation, résistance électrique, magnétisme, etc., qui correspondent soit à une réaction entre les différents constituants, soit à une transformation de l'un d'eux.

Les courbes, liquidus et solidus, sont donc la représentation des conditions de fusibilité des alliages. Si le liquidus est formé de deux branches se rencontrant en un point bas et que le solidus passant forcément par ce point présente une partie horizontale, ledit point définit un alliage eutectique (fondant bien), c'est-à-dire l'alliage fondant tout d'un bloc, comme un composé défini, à la température minima et caractérisé par une structure extrêmement fine où l'on retrouve généralement les constituants en lames alternées. Si cet arrangement se produit par une transformation des corps, lorsque ceux-ci sont déjà à l'état solide, l'alliage est dit *eutectoïde* (Howe).

Les traitements auxquels sont soumis les produits métallurgiques ont pour but de leur donner leur forme et leurs qualités définitives. On distingue trois sortes de traitements : mécaniques (forgeage, laminage, étirage, tréfilage, dressage, etc.), thermiques (trempe, recuit, revenu) et chimiques (cémentation, malléabilisation, étamage, zincage, cuivrage, nickelage, etc.). On amène le métal à la forme voulue par forgeage, laminage, filage, étirage ou tréfilage. La température à laquelle se fait ce traitement est celle où le métal présente le maximum de malléabilité ou de ductilité : par exemple, le Cu se lamine mieux à chaud qu'à froid, puisque les allongements doublent presque entre 750 et 950°. Un laiton à 70 % de Cu et 30 % de zinc ordinaire ne peut être travaillé à chaud, parce que sa résilience devient très faible, contrairement à ce qui se passe pour le laiton 60/40. Pour des raisons analogues, les alliages Cu-Ni se laminent mieux à chaud à partir de 300° et les maillechorts (Cu 54, Zn 26, Ni 20) ne se travaillent qu'à froid.

Les questions de corroyage et d'écrouissage peuvent être soulevées à cette occasion. Ces derniers temps, M. Charpy a démontré très judicieusement qu'il ne faut pas attacher une importance trop grande à l'influence du corroyage. On connaît d'autre part les dangers de l'écrouissage.

M. Guillet insiste sur les traitements thermiques, en particulier sur l'opération de trempe, qui consiste en un refroidissement brusque par immersion soit dans un liquide, soit dans un gaz, rarement dans un solide (suif, alliages fusibles). L'effet de la trempe est de conserver partiellement l'état qui est stable à la température où se fait l'opération, en empêchant totalement ou partiellement la transformation qui se produirait normalement pendant le refroidissement lent. Pour qu'un produit prenne la trempe, il faut donc qu'il existe au moins pour lui un point de transformation, ce qu'indiquent les diagrammes. On pratique le revenu sur un métal trempé en le chauffant à une température inférieure au point de transformation. C'est un cas particulier du recuit, dont l'effet tend à établir un équilibre soit physicochimique, soit mécanique, en faisant disparaître l'effet de la trempe ou de l'écrouissage. Le recuit est un chauffage à température élevée et assez précise, suivi d'un refroidissement lent. Le revenu ne détruit que partiellement l'effet de la trempe ; il fait disparaître les tensions internes et augmente la résilience. A ce sujet on peut se reporter aux belles études de M. Portevin (*Revue de Métallurgie*, 1912 et 1913).

Quant aux traitements chimiques, M. Guillet cite les procédés de dépôt électrolytique, la sherardisation (galvanisation par cémentation au gris de zinc), la cémentation proprement dite, la fabrication de la fonte malléable, les nouveaux procédés de soudage, etc. Grâce aux progrès scientifiques, toutes ces méthodes se sont améliorées considérablement et, au lieu de pratiquer l'empirisme d'antan, on obtient maintenant des produits constants en réglant les différents facteurs qui interviennent dans les traitements.

Les alliages les plus répandus en métallurgie sont, avant tout, les aciers, puis ceux de quelques métaux autres que le fer, où entre principalement le cuivre. L'étude de ces produits montre à quel point l'industrie a profité des recherches théoriques qui se sont poursuivies depuis plus de vingt ans. Les noms d'Osmond et de Henri Le Chatelier en France, de Roberts-Austen et de sir Hadfield en Angleterre, de Howe en Amérique, pour ne citer que les principaux,

reviendraient sans cesse sous notre plume, si nous avions à faire l'historique de ces beaux travaux. Nous rappellerons en quelques mots avec M. Guillet les résultats acquis.

En rapprochant la composition des alliages *fer-carbone* de leurs propriétés mécaniques, on peut déjà se rendre compte de l'utilité des traitements mécaniques et thermiques sur l'acier ordinaire. Puis du diagramme d'équilibre qui présente des points de transformation, on déduit la structure du métal et les modifications que ces traitements peuvent y apporter. D'une façon générale, l'expérience a montré que, lors de la solidification, les métaux et les solutions solides sont constitués par des cristallites ou dendrites, tandis que les combinaisons présentent des cristaux limités par des faces planes. Quant aux grains de métal, ils sont formés par la rencontre des arborescences et se développent d'autant plus que la vitesse de refroidissement est plus lente. Quand les alliages sont représentés par des diagrammes avec lignes de transformation indiquant notamment l'existence d'un eutectoïde, comme c'est le cas pour les alliages fer-carbone, les dendrites se forment à température élevée, mais au passage des lignes de transformation il y a dépôt des éléments de l'eutectoïde soit dans les plans de clivage des cristaux, soit dans les joints des grains suivant la rapidité du refroidissement. Les aciers fondus étant donc composés de cristaux de forme, grandeur et orientation variées, les traitements mécaniques (forgeage par exemple) viennent déplacer ces cristaux dans une direction déterminée et les traitements thermiques modifient leurs constituants suivant les circonstances de temps et de température.

La création des aciers spéciaux émane entièrement des recherches scientifiques. Quel chemin parcouru depuis les essais de Mushet sur l'acier au tungstène en 1859! On distingue aujourd'hui les aciers ternaires, c'est-à-dire ceux où un seul métal tel que le nickel, le manganèse, le chrome, le tungstène, vient s'ajouter à l'alliage fer-carbone, et les aciers quaternaires où le métal unique est remplacé par deux métaux simultanés : nickel-chrome, chrome-tungstène, etc. Les aciers ternaires se divisent en trois classes ; leur structure varie considérablement avec la teneur en métal ainsi que leurs propriétés mécaniques. Pour les basses teneurs (5 à 10 % suivant que le carbone varie de 0,80 à 0,10 %), perlite comme pour les aciers ordinaires, augmentation des résistances, et diminution des allongements et résiliences. Avec les teneurs moyennes (15 à 27 %), la structure est celle des aciers trempés à bonne température (martensite) et les caractéristiques mécaniques sont encore accentuées dans le même sens que précédemment. On les utilise peu. Enfin, à haute teneur dépassant 15 % pour les aciers très carburés et 27 % avec les aciers à 0,10 %, on obtient une structure polyédrique (fer γ) ; mais, tandis que pour le Ni les allongements et la résilience sont remarquables, avec une charge de rupture moyenne très acceptable (65 kg), pour le chrome, le tungstène, le molybdène et le vanadium, il se forme des carbures complexes qui rendent le métal très fragile. Quoi qu'il en soit, le passage d'une structure à l'autre, qui est d'ailleurs provisoire, correspond exactement à une modification des propriétés. Quand, par exemple, la structure est entièrement martensitique, la limite élastique, la charge de rupture et la dureté sont au maximum, l'allongement, la résilience et la striction au minimum. D'ordinaire cette structure correspondant à un état instable, on peut la détruire par un recuit suivi d'un refroidissement suffisamment lent. Or, pour le nickel et le manganèse, les points de transformation sont situés trop bas dans l'échelle des températures pour qu'il soit possible de modifier leur structure pour la ramener à la normale. Si M. Portevin a pu le faire sur un acier chromé (7,38 % Cr et 0,12 C) avec un refroidissement de 72 heures, c'est en raison du grand écart qui existe entre les points de transformation à l'échauffement *Ac* et au refroidissement *Ar*. Les aciers trempant à l'air sont généralement quaternaires (nickel-chrome, le chrome principalement fournissant la dureté), et doivent leur propriété remarquable, si utile dans la coupe des aciers rapides et dans la fabrication de certaines pièces d'automobiles, au fait que Ar est assez bas par rapport à Ac, ce qui permet de maintenir par un simple refroidissement à l'air, suivi d'un revenu au maximum, la structure obtenue par chauffage au-dessus de Ac. Dans ces aciers, la solution de carbure de fer dans le fer, c'est-à-dire l'austénite, qui s'est produite avec difficulté et pour laquelle il a fallu chauffer à une température bien supérieure à Ac, peut être inversement plus facilement conservée sans altération, même si la vitesse de refroidissement est faible.

Les aciers chrome-nickel ont également joué un grand rôle dans la fabrication des blindages. Leur application, entreprise dès 1912 par les Aciéries de Saint-Chamond, a été améliorée tout récemment dans les mêmes usines, et le métal breveté : Ni 3, Cr 3 à 4, C 0,65 à 0,80, présente l'avantage de fournir la dureté voulue sur la partie antérieure et la résistance voulue sur la face postérieure grâce uniquement à des traitements thermiques appropriés et sans subir aucune

cémentation. Il lutte avantageusement avec les plaques harveyées et celles du procédé Krupp, lequel faisait également appel à des alliages complexes où les métaux Ni et Cr combinaient leur action avec celle d'autres métaux tels que le manganèse, le molybdène ou le tungstène. Tous ces mélanges n'ont été obtenus qu'à la suite de nombreuses recherches et celles-ci font le plus grand honneur aux ingénieurs qui y ont participé.

Nous mentionnerons enfin les aciers à haute teneur en nickel, résultant des travaux si originaux de M. Guillaume, l'invar à 36 % de Ni et 0,30 de carbone, employé dans la construction des pendules de haute précision et des étalons; l'acier N58 des Aciéries d'Imphy, dont le coefficient de dilatation est le même que celui du fer; l'acier N 34 très manganésé qui résiste à la vapeur surchauffée; le baros, alliage de chrome et nickel, dur et inoxydable, employé pour les plumes de stylographe, etc. On fait également des utilisations intéressantes d'aciers ternaires et quaternaires ne contenant pas de nickel : l'acier au manganèse (12 à 13 % avec 1 à 1,2 de C) de sir Hadfield, très dur et à grande résilience, employé sous forme de moulage et même de laminé pour croisements de tramways et de rails spéciaux; l'acier chromé (1 à 1,5 %) pour billes de roulement et cylindres de laminoirs à froid; l'acier au tungstène pour la fabrication des aimants permanents; l'acier au silicium (1,50) pour ressorts, etc.

Ces quelques exemples suffisent pour montrer les résultats remarquables auxquels a pu déjà aboutir depuis une vingtaine d'années l'alliance bien comprise entre la science et les applications industrielles.

A côté des aciers se présente une classe d'alliages fort répandus en métallurgie, dans lesquels le Cu entre le plus souvent et dont l'étude physique a été poussée plus récemment encore. Ce sont les bronzes (cuivre-étain), les laitons (cuivre-zinc), les bronzes d'aluminium (cuivre-aluminium), les maillechorts (cuivre-nickel). Les diagrammes d'équilibre ont été établis pour ces alliages binaires et il convient de faire à leur sujet quelques remarques d'ensemble. Le diagramme Cu-Ni ne présente qu'une seule solution solide. Tous les alliages de ce genre sont donc entièrement miscibles. Quant aux trois autres, l'état d'équilibre n'a pu être déterminé au-dessous de 200° ou 300° par suite des résistances passives. On admet donc que l'état stable reconnu à ces températures est identique à celui correspondant à la température ordinaire. Dans les trois cas, les alliages les plus riches en cuivre forment encore une solution solide, mais dans laquelle l'élément autre que le cuivre entre avec un maximum de teneur variable suivant l'alliage; 9 % d'Al, 16 % de Sn, 37 % de Zn. Cette teneur maximum peut aussi varier dans certains cas à mesure que la température s'élève : constante dans le bronze d'aluminium, elle diminue légèrement dans le laiton et beaucoup dans le bronze ordinaire. Il en résulte en particulier que les laitons contenant de 63 à 70 % de Cu ont un point de transformation et que la solution α donne à l'échauffement $\alpha + \beta$. Pour les trois alliages, il y a de plus formation d'un eutectoïde.

Continuant l'exemple du laiton, on voit, d'après le diagramme, que les alliages entre 63 et 40 % de Cu ont deux points de transformation, l'un constant à 475°, point de l'eutectoïde, l'autre s'abaissant de 870° à 475° quand la teneur en cuivre passe de 63 à 53 %, puis se relevant de 475° à 850° lorsque celle-ci s'abaisse de 53 à 47 %. La solution β, stable à température élevée, abandonne les solutions α et γ; quant à l'eutectoïde, il correspond à 53 % de cuivre.

Ce simple aperçu donne une idée de la grande importance des diagrammes d'équilibre et des conclusions industrielles qu'on en peut tirer. Les solutions α participent des propriétés du cuivre en tant que malléabilité, le constituant γ est dur et fragile. Qant à β, il est forgeable à chaud et tous les alliages pour lesquels on obtient au chauffage ce constituant pur jouissent de cette faculté. Bien plus, M. Guillet, mettant en parallèle les différents constituants de chaque alliage avec les propriétés mécaniques, en explique aussi les anomalies.

On arrive en dernier lieu à l'étude des alliages ternaires du cuivre, étude très compliquée, puisque les diagrammes auxquels elle donne lieu sont dans l'espace. Une théorie fort originale, imaginée par l'auteur, permet de se rendre compte du rôle des différents éléments mis en présence : elle consiste à supposer que le corps ajouté à l'alliage binaire entre en solution dans les constituants déjà existants, et crée une structure correspondant, non à l'alliage initial, mais à un alliage d'un titre modifié. C'est ainsi que l'alliage Cu 70, Zn 25,5, Al 4,5 a pour titre fictif Cu 57, Zn 43. Il est donc formé de deux constituants α et β, et est laminable à température élevée, tandis que le laiton Cu 70, Zn 30 ne peut être forgé qu'à froid.

Ces additions de nouveaux éléments n'ont pas seulement pour but de modifier les propriétés physiques des alliages, elles servent souvent pour les purifier. Tel l'emploi nouveau des oxydants comme addition finale, en vue d'agir sur

les gaz réducteurs qui provoquent des soufflures à parois brillantes. Dans la coulée si délicate des maillechorts, on emploie l'azotate de sodium et le bioxyde de manganèse.

Ce résumé rapide ne peut donner qu'une idée très incomplète des perfectionnements apportés dans la fabrication des alliages, dont la suite a été si bien exposée dans l'ouvrage de M. Guillet. C'est à notre pays et à l'Angleterre que revient l'honneur d'avoir dirigé les travaux de laboratoire qui y ont abouti, et les noms des savants Osmond, Henry Le Chatelier, Roberts-Austen et Hadfield resteront attachés à cette collaboration si fructueuse de la science et de l'industrie. Grâce à leurs efforts et à leur constant labeur, les fabrications reposent maintenant sur des bases vraiment scientifiques, les produits connus sont mieux utilisés et de nouveaux alliages avec des propriétés spéciales sont venus très heureusement faciliter le développement de toutes les industries mécaniques modernes.

***

Mais, pour que tous ces progrès techniques portent pleinement leurs fruits dans l'usine où ils sont introduits, il faut que cette usine elle-même soit organisée scientifiquement. L'organisation, tant au point de vue industriel qu'au point de vue commercial, ce fut là évidemment la principale force des Allemands. Leur foi absolue dans les méthodes scientifiques, leur volonté d'atteindre le but et leur esprit de discipline exagéré leur ont permis de mettre à profit la plupart des découvertes dues à l'individualisme français.

Nous devons profiter de la leçon : les Allemands n'ont pas le monopole de l'organisation. Ils l'ont observée, mais ils ne l'ont pas perfectionnée. Le principal novateur en cette matière, c'est l'illustre Taylor. Tout le monde connaît le système de cet inventeur, mais bien peu le comprennent et l'appliquent sous un vrai jour. Le système Taylor ne vise pas à obtenir de l'ouvrier un rendement maximum avec surcroît de fatigue conduisant au surmenage. En réalité sa définition est celle donnée par M. de Fréminville : son but est d'aplanir les difficultés devant l'ouvrier, d'instruire ce dernier, de le guider dans tout son travail. Le taylorisme bien compris s'impose d'autant plus à l'époque actuelle où il s'agit de produire en 8 heures autant qu'en 10 heures. Les syndicats eux-mêmes, si opposés avant la guerre aux méthodes modernes de travail, en reconnaissent la nécessité. Mais, il ne faut pas se le dissimuler, le système Taylor entraîne une proportion considérable (jusqu'à 30 %) de personnel improductif. Il faut multiplier les ingénieurs et le personnel de maîtrise pour préparer le travail, en donner l'allure et le contrôler. Le contremaître de la vieille école doit disparaître. Quant à l'ingénieur, son rôle n'est plus seulement technique, il devient administratif et social, et cette dernière considération nous amène tout naturellement, avec M. Guillet, à rechercher la meilleure méthode pour former ces futurs conducteurs d'hommes.

On se rappelle la si remarquable conférence que l'auteur a faite à la Société des Ingénieurs civils le 3 novembre 1916 au sujet des réformes à apporter à l'enseignement technique supérieur. Entre autres mérites, cette conférence eut celui de donner lieu à une longue discussion où toutes les opinions se firent jour, mais on put juger par le nombre et la qualité des personnes qui y prirent part, ainsi que par les arguments contradictoires qui y furent exposés, combien la question venait à point et quelle importance elle présentait pour l'avenir de notre industrie française. Après avoir comparé notre système d'enseignement technique à celui de l'étranger, M. Guillet arrive à la conclusion qu'il y a lieu de réformer d'abord l'enseignement secondaire qui y prépare : comme il est indispensable que les ingénieurs possèdent leurs humanités, il demande avec raison un juste partage entre l'étude des lettres et des sciences, une condensation des programmes, une orientation vers le développement des qualités de l'esprit, enfin l'utilisation constante de la méthode expérimentale dans les sciences.

Toutefois, en ce qui concerne l'utilité des classes de mathématiques spéciales et de la possibilité de reporter avec avantage leur enseignement dans les grandes Ecoles mêmes, nous nous permettrons de faire certaines réserves en faveur d'un enseignement qui a fait ses preuves. Cette classe nous paraît à sa place dans les Lycées. Elle est pour les candidats aux écoles le complément indispensable de leur éducation mathématique. Les généralisations de toutes les théories ne peuvent qu'élargir leurs idées, et leur inculquer une culture très générale sur laquelle il sera facile plus tard de greffer une spécialisation si elle est nécessaire. Mais il n'est pas douteux que les programmes de cette classe supérieure doivent être considérablement allégés et surtout revisés par le développement plus prononcé de l'esprit géométrique et la substitution des méthodes intuitives aux procédés analytiques qui tendent à supprimer l'effort personnel chez l'élève.

Quant à l'enseignement technique proprement dit, qu'il soit donné dans les Ecoles, ou

dans les Instituts, M. Guillet propose, et nous ne saurions trop l'approuver, de diminuer les cours *ex cathedra*, d'augmenter les travaux pratiques, et enfin de multiplier les stages à l'extérieur et les voyages d'études. C'est évidemment là que, bien guidés par des professionnels, les élèves puiseront à la fois l'enseignement le plus profitable à leur formation tant au point de vue technique que social.

Par le long exposé qui précède, lequel constitue en quelque sorte une revue des progrès réalisés au cours de ces dernières années dans le domaine de la métallurgie, on peut se rendre compte du travail écrasant que s'est imposé M. Guillet pour présenter au public un véritable monument d'ensemble sur cette industrie française d'avant guerre, sur les moyens merveilleux dont elle dispose maintenant et sur les différents facteurs qui peuvent et doivent influencer son essor. Personne ne pouvait le faire avec plus de compétence et avec un esprit aussi imbu de science industrielle.

Emile Demenge.

LA CULTURE DU THÉ AUX INDES NÉERLANDAISES

Dans les statistiques se rapportant à la culture et au commerce mondial du thé, le plus souvent une large place est accordée aux Indes Anglaises et à Ceylan, au Japon et à la Chine, tandis que Java n'est pas même cité, ou n'est indiqué qu'occasionnellement parmi les « autres pays producteurs ».

Cela n'est à mon avis nullement justifié : l'importance que la culture du thé a acquise depuis quelques années aux Indes Néerlandaises, l'extension qu'elle prend de plus en plus, la source de richesses qu'elle représente, tout cela devrait cependant la mettre en vedette ou tout au moins lui assurer une place honorable ; quelques chiffres en feront foi et démontreront que, si le nombre des plantations et la surface plantée sont en effet loin encore d'être équivalents aux chiffres correspondants des colonies anglaises, si les quantités exportées restent bien au-dessous des chiffres donnés pour Colombo et Calcutta, les chiffres cependant forment un total intéressant et les statistiques accusent un progrès considérable réalisé dans un laps de temps relativement court.

Les quantités de thé exportées ont atteint en 1915 :

Pour les Indes Anglaises	plus de	154	millions	de kilogs
» Ceylan	environ	97	»	»
» la Chine	plus de	107	»	»

Pendant cette année Java a produit 46 millions de kilogs. Nous donnons les chiffres de 1915, car les années ultérieures doivent être considérées comme anormales, la guerre, les difficultés d'expédition ayant causé de graves perturbations sur le marché et par contre-coup sur la production. Ce n'est qu'en 1918 que la situation est redevenue à peu près normale.

On comprendra l'importance prise peu à peu par cette culture si on sait que l'exportation de thé de Java n'atteignait en 1903 que 10 millions de kg., en 1910 un peu plus de 18 millions, et en 1914 environ 32 millions.

Les chiffres concernant la superficie des plantations ne sont pas moins significatifs : il y avait à la fin de 1915 à Java près de 300 plantations et la surface plantée atteignait environ 75.000 hectares.

Au cours des dernières années, les terrains à thé se faisant plus rares à Java, les intéressés ont dû porter leur attention sur les autres îles des Indes Néerlandaises et en particulier sur Sumatra, où de grandes étendues de terrain sont encore disponibles. Aussi bien sur la côte Ouest que sur la côte Est de Sumatra des concessions ont été demandées et accordées, plusieurs entreprises importantes y ont été fondées, et la surface plantée, surtout dans les régions élevées de Deli, n'est point à dédaigner et s'étend chaque année dans des proportions très importantes. A la fin de 1915, le nombre des plantations à Sumatra dépassait 20 et la surface plantée n'était pas inférieure à 6.000 ha. ; plusieurs plantations étaient en production et livraient un produit très satisfaisant à tous les points de vue.

Les plantations ont en général une superficie de 350 à 700 ha. et la production atteint dans la plupart des cas de 500 à 1.500 kg. par ha. Tous ces chiffres soutiennent, on le voit, la comparaison avec les résultats obtenus à Ceylan et aux Indes Anglaises et méritent en tout cas d'entrer en ligne de compte pour l'établissement des statistiques. (Je parle surtout de ces deux pays producteurs, car la culture du thé y est, comme à Java, poussée d'une façon intensive avec l'aide de puissants moyens financiers, tandis qu'en

Chine et au Japon elle reste l'œuvre du petit cultivateur et n'est pas soutenue par d'importants capitaux.) Il faut ajouter encore qu'à Java la population indigène cultive aussi le thé et que l'importance de cette culture n'est nullement négligeable ; de nombreux indigènes possèdent de petits jardins de thé de 1 à 4 ha. (pouvant aller quelquefois à 10 ha. ou même dans des cas assez rares à 20 ha. et plus). La superficie totale occupée par ces jardins s'élevait en 1915 à près de 20.000 ha., qui avaient donné plus de 16 millions de livres de thé, ce qui représente pour la population un gain brut de 3.600.000 florins hollandais, source de revenus qui n'est certes pas à dédaigner. L'indigène vend la feuille fraîche aux fabriques européennes les plus proches [1]; une petite quantité de feuilles est préparée par l'indigène pour la consommation sur place.

Le Gouvernement a pris dans les dernières années des mesures pour apporter des améliorations à cette culture du thé par la population indigène, mesures qui, dans plusieurs districts, ont déjà porté des fruits.

On pourrait supposer que la médiocre estime dans laquelle est tenue la culture du thé à Java est la suite d'une infériorité quant à la qualité du produit; les prix obtenus sur les marchés de Londres et d'Amsterdam montrent que tel n'est pas le cas, et nombreuses ont été les factures qui, dans les trois dernières années, ont été payées à Londres 1 schelling et plus la livre, prix correspondant donc à celui des bonnes qualités de Ceylan et d'Assam.

Fig. 1. — *Un jardin de théiers de 4 ans à Nagahoeta (Sumatra).*
Raies de *Grevillea* plantées comme brise-bise. A l'arrière-plan, la fabrique.

* * *

La plante à thé se développe le mieux dans un climat chaud et humide; pendant toute la période de croissance (et par conséquent de production), il lui faut des pluies constantes, alternant avec de courtes périodes de sécheresse : des matinées ensoleillées suivies d'après-midi pluvieuses constituent pour le théier des circonstances très favorables; c'est dire que les régions propres à la culture du thé sont en somme assez limitées : à Java, c'est dans l'ouest de l'île

1. La guerre a porté un coup très rude aux plantations indigènes de thé; le produit se vendant mal ou même ne se vendant plus, les fabriques européennes furent dans l'impossibilité d'acheter la feuille cueillie aux indigènes; ceux-ci se virent donc privés d'une source importante de revenus et négligèrent l'entretien des jardins. Depuis 1918 la situation s'est légèrement améliorée, mais il se passera bien du temps encore avant que les jardins des indigènes aient repris leur apparence d'autrefois.

que les conditions se sont montrées les meilleures pour cette culture; on a pu cependant, et souvent non sans succès, établir aussi des plantations de thé sur les pentes des montagnes du centre et de l'est de Java.

La plante à thé n'est pas très exigeante en ce qui concerne le sol; cependant des terrains volcaniques jeunes, riches en humus et contenant en proportion suffisante du sable et de l'argile semblent lui convenir le mieux.

Quant à l'altitude, on a longtemps admis que le mieux était de planter le thé à Java entre 600 et 1.000 mètres; mais des plantations établies dans les dernières décades jusqu'à 1.800 m. et plus ont donné des résultats excellents, aussi bien quant à la quantité qu'à la qualité du produit.

On ne plante plus actuellement que de bons types de thé d'Assam; les anciens jardins de thé de Chine ont pour la plupart été arrachés et replantés de types à larges feuilles; la vigueur des plantes, les dimensions et la couleur des feuilles sont différentes selon la variété adoptée; on établit de plus en plus à Java des jardins à graines dont les plantes ont été soumises à une sélection sévère et qui donnent des descendants d'un type pur et possédant les propriétés exigées pour une plantation donnée; mais la production des jardins à graines existant à Java ne suffit pas pour les besoins toujours croissants de la culture et de grandes quantités de graines doivent être importées chaque année des Indes Anglaises.

Les graines sont le plus souvent mises en terre sur pépinières et plantées à environ 15 cm. les unes des autres et à 2-3 cm. de profondeur. Dans certains districts, si les conditions climatériques s'y prêtent, on peut mettre directement les graines à leur place définitive dans les jardins défrichés. Dans les régions où l'on doit redouter des périodes de sécheresse prolongée, on recouvre les pépinières d'abris provisoires protégeant les jeunes plantes contre l'ardeur du soleil.

Quand les pieds sur les pépinières sont âgés d'un an ou deux, on les transplante dans les jardins préalablement défrichés (les arbres ont été abattus, le sol nettoyé des mauvaises herbes et labouré); on a déterminé d'abord des raies en suivant sur les pentes les courbes de niveau, et

Fig. 2. — *Un « kampong », village indigène, à Tjiharoem (Java), entouré de plantations de thé.*

en laissant entre elles un espace de 120 cm. environ, et c'est le long de ces raies horizontales qu'on met les jeunes plantes, tous les 90 cm.

Il va sans dire que chaque planteur a sa méthode propre, aussi bien en ce qui concerne la préparation du terrain qu'en ce qui concerne la manière de planter et celle de traiter ultérieurement les plantes et la feuille cueillie. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail ; nous ne donnons que des indications représentant à peu près une moyenne des diverses méthodes de travail.

Le travail du sol et le sarclage doivent se faire régulièrement ; on établit un système de terrasses, de drains, de fossés pour retenir l'eau et prévenir ainsi l'érosion ; on met les engrais jugés nécessaires, on plante des Légumineuses comme « engrais verts », bref on prend toutes les mesures indiquées pour le fonctionnement rationnel d'une culture intensive.

Certaines maladies s'attaquent à Java aux plantes à thé ; la plaie la plus grave est causée par un insecte, sorte de punaise (*Helopeltis*) qui, par ses nombreuses piqûres, endommage totalement la jeune feuille ; les plantes affaiblies par l'*Helopeltis* sont souvent la proie de nombreux parasites d'origine animale ou végétale ; un acarien orangé (*Brevipalpus*), tout en étant d'une façon générale moins grave que l'*Helopeltis*, cause cependant dans certains districts et surtout dans les plantations élevées des dommages assez sérieux, et plus importants que ceux causés aux Indes Anglaises par le « red spider » (*Tetranychus*), lequel est à Java presque sans importance. Les racines sont souvent attaquées par des champignons appartenant à diverses espèces qui se développent sur toutes sortes de débris végétaux en voie de décomposition et passent de là sur les racines du thé. Les plantes ainsi endommagées meurent et la maladie se propage aux buissons voisins. Des chenilles, des pucerons, des champignons variés s'attaquent souvent aux feuilles des plantes à thé ; il faut prendre contre eux des mesures rapides et énergiques pour éviter qu'ils ne causent des dommages graves.

Fig. 3. — *Rouleurs de la fabrique de « Goenoeng Mas » (Java).*

Quand les plantes ont deux ou trois ans, on les taille pour la première fois ; cette opération se répétera tous les 18-24 mois selon les circonstances ; c'est en grande partie par une taille judicieuse qu'on arrivera à donner aux buissons leur forme caractéristique : tronc unique, ramifié plus ou moins près du sol et portant une abondante ramure de nombreuses petites branches qui forment à 1 m. ou 1 m. 50 une surface plane ou bombée d'un large diamètre sur laquelle

s'élèveront les ramifications dont les jeunes pousses pourront être cueillies.

Les cueilleuses enlèvent d'un coup d'ongle ces pousses, qui comportent, outre la jeune feuille terminale non encore épanouie (*pecco*), deux ou trois jeunes feuilles; celles-ci doivent être encore souples au moment où elles sont cueillies. On revient dans un même jardin pour le cueillir tous les 8 à 12 jours selon les circonstances locales.

Les feuilles sont transportées (le plus souvent dans des sacs[1]) jusqu'à la fabrique où les cueilleuses sont payées (en général 2 ct. = 4 centimes par kg. de feuille fraîche). Les pousses bien vertes sont répandues sur des cadres tendus de treillis de fil de fer ou de planches ou de toile de jute dans des espaces *ad hoc* où un courant d'air provoque le *flétrissage*[2]; après 18-20 heures, la feuille a perdu 35 à 40 % de son poids et est devenue assez souple pour être roulée: elle est triturée pendant 1 heure ou plus dans les réservoirs des *rouleurs* qui tournent sur une table mobile et dont le couvercle peut exercer une pression sur la masse des feuilles. La feuille, pendant cette opération, prend la forme qu'elle doit avoir; en outre, les sucs de ses cellules sont intimement mélangés, ce qui permet aux transformations ultérieures de se produire.

La feuille passe ensuite dans le « ball-breaker », cylindre ou table aux mailles de fil de fer où la masse des feuilles est mise en mouvement pour reprendre une température normale et subir un premier triage. La feuille est ensuite répartie en couches d'environ 6-8 cm. sur des cadres de bambou tressé ou sur des tables de faïence, où elle séjourne un certain temps jusqu'à ce qu'elle ait pris l'odeur caractéristique et la couleur cuivrée du thé; c'est la *fermentation*, qui s'effectue dans un temps très variable selon les opérations préalables, selon la finesse de la feuille, selon la température et le degré d'humidité de l'ambiance, etc.; le plus souvent elle est achevée en 2-3 heures.

Le thé vert, qui d'ailleurs n'est presque plus préparé à Java, est roulé beaucoup plus légèrement à la main et il ne subit pas de fermentation; il passe aussitôt après le roulage dans les séchoirs.

Le thé fermenté est ensuite porté dans les séchoirs, où la torréfaction (ou plutôt la dessiccation) s'effectue; les séchoirs sont de systèmes très variables, mais reposent tous sur le même principe : la feuille encore humide est répartie en couche très mince sur des treillis métalliques déplaçables ou mobiles le long d'une chaîne sans fin et où un vif courant d'air chaud et sec enlève à la feuille la plus grande partie de l'eau qu'elle contient encore : 4 1/2 kg. de feuille fraîchement cueillie donnent le plus souvent 1 kg. de thé sec.

Le thé passe ensuite dans des machines où les feuilles grossières sont coupées en morceaux plus ou moins réguliers, puis sur des tamis où les morceaux de diverses grandeurs sont triés et d'où la poussière est enlevée; enfin des femmes vannent et tamisent encore le produit jusqu'à ce que les diverses sortes soient bien séparées.

Les parties fines, contenant beaucoup de jeunes feuilles (pecco), constituent le « orange pecco » et le « broken orange pecco » (les jeunes feuilles, en effet, grâce aux poils fins qui les couvrent, ont pris l'apparence de pointes dorées); les feuilles un peu moins jeunes, où la proportion de ces « golden tips » est beaucoup moins forte, forment le « pecco » et le « broken pecco »; puis le « pecco souchong » avec une plus forte proportion de vieilles feuilles, le « souchong » où les feuilles plus âgées encore, plus difficiles à rouler, sont facilement reconnaissables; enfin les brisures (« broken tea ») et poussières (« fanning », « dust ») sont de fins débris dont on se sert le plus souvent pour confectionner les briquettes. Le thé ainsi préparé et assorti est conservé dans la fabrique dans des espaces à l'abri de l'humidité, jusqu'à ce qu'il y en ait une quantité suffisante pour une expédition; on l'enferme alors dans des caisses (le plus souvent doublées de plomb) qui en contiennent 40-50 kgs suivant les qualités, et il est ainsi transporté jusqu'au port le plus proche.

Il est presque superflu de dire que les thés de Java ne sont jamais soumis à des procédés ou à des mélanges qui en altéreraient la pureté; nous ne parlons pas des colorations artificielles appliquées parfois dans certains pays producteurs et qui ne sont pas autre chose que des falsifications condamnables; nous voulons surtout parler des fleurs et autres parfums qu'on ajoute dans certaines régions au produit pur et qui font de l'exquise boisson rafraîchissante et réconfortante qu'est le thé bien préparé, une sorte de vague tisane aux aromes écœurants.

1. Aux Indes Anglaises et à Ceylan, on transporte les feuilles fraîches dans de grandes corbeilles; ce procédé est préférable, car dans les sacs la feuille comprimée est endommagée. Dans certaines plantations de Java et de Sumatra, on a également adopté cette méthode.

2. Le flétrissage est parfois complété ou régularisé au moyen de machines spéciales où la masse des feuilles est mélangée, brassée pendant un certain temps dans un courant d'air chaud.

Il serait impossible de fixer une règle, même approximative, quant aux frais nécessaires pour l'établissement d'une plantation de thé aux Indes Néerlandaises; il est par conséquent fort difficile de dire quel capital doit être consacré à exploiter 700 à 800 ha. par exemple; tout dépend des circonstances locales, de la topographie du terrain, de la nature du sol, de la végétation qui le couvrait avant le défrichement, de la facilité des communications, de l'installation plus ou moins « up to date » de la fabrique et en tout premier lieu de l'abondance de la main-d'œuvre; une plantation bien située aura pu se contenter d'un capital d'exploitation de 200.000 à 300.000 florins, tandis qu'une autre plantation de même étendue aura à peine assez avec 600.000 florins et plus.

Les planteurs de thé sont pour la plupart membres de la Société d'Agriculture de Soekaboemi, qui, au moins quatre fois par année, se réunit pour discuter des questions d'intérêt général; ils ont fondé encore d'autres associations dont l'une satisfait aux besoins de la Station d'essais et l'autre à ceux du Bureau d'expertise.

La Station d'essais, qui est réunie au Département de l'Agriculture de Buitenzorg, étudie à un point de vue scientifique et pratique les nombreuses questions qui se posent dans la culture et la fabrication du thé (travail du sol, maladies, engrais, sélection, fermentation, etc.); le résultat de ces recherches est publié dans une série de brochures, les *Mededeelingen van het Proefstation voor Thee* (Communications de la Station d'essais pour le thé).

Le Bureau d'expertise du thé examine à un point de vue commercial les échantillons de thé des diverses fabriques et donne, le cas échéant, des conseils sur les modifications à apporter à la fabrication.

Grâce à la solidarité qui existe entre les planteurs, grâce à leur énergie, grâce à la collaboration qui s'est établie entre eux et le personnel des institutions qu'ils ont fondées, grâce enfin à l'aide précieuse accordée par le Département de l'Agriculture, l'industrie du thé a pu prendre un essor remarquable et devenir une des cultures les plus importantes et les plus florissantes des Indes Néerlandaises.

Dr Ch. Bernard,
Directeur de la Station d'essais pour le thé à Buitenzorg (Java).

REVUE D'ASTRONOMIE

(Années 1917 et 1918)

L'intervention des Etats-Unis dans la guerre a naturellement ralenti l'effort que ce grand pays était à peu près le seul à donner encore — avec les pays scandinaves — dans les branches pacifiques de la connaissance humaine. Les Américains n'en n'ont pas moins continué à apporter à l'Astronomie la plus grosse part des résultats nouveaux et intéressants qui y sont signalés, résultats principalement dus à des moyens hors de pair, mais aussi à un esprit d'organisation et de méthode, si nécessaire en toutes choses aujourd'hui, auquel il n'est que juste de rendre hommage.

I. — Généralités. Instruments et Méthodes

Ainsi que les années précédentes, les discussions ont été vives parmi les théoriciens, et surtout en Angleterre, concernant la loi *exacte* de la Gravitation. On sait comment, à la suite de Minkowski, M. A. Einstein [1] a été amené, par la conviction croissante de la valeur universelle du principe de relativité, à ne plus envisager les phénomènes naturels comme des modifications des points de l'espace au cours du temps, mais bien en tant qu'aspects variés d'un ensemble espace-temps servant de cadre au monde physique et où le temps vulgaire ne jouerait, par rapport aux coordonnées spatiales, aucun rôle privilégié. La mise en œuvre de la nouvelle conception comporte certains paramètres arbitraires; c'est en disposant convenablement de ceux-ci que l'on peut y faire rentrer la gravitation: la nouvelle loi permet en outre de rendre compte du mouvement, resté si mystérieux, du

1. A. Einstein : Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie, Leipzig, J. A. Barth, 1916. — Ce petit ouvrage résume de nombreux mémoires parus dans divers périodiques allemands, notamment dans les *Annalen der Physik*.

périhélie de Mercure, ce qui laisse bien augurer de l'avenir.

Malheureusement tout cela ne va pas sans complications excessives dues en partie, il faut l'avouer, à une exposition du sujet trop spécifiquement germanique. Nos voisins embrouillent parfois les questions simples; que dire alors des autres! Aussi l'ouvrage que vient de faire paraître M. A. S. Eddington [1] pour clarifier un peu ces problèmes difficiles mérite-t-il d'être signalé comme une œuvre originale qui rendra service aux chercheurs susceptibles de s'y intéresser.

Ne quittons pas le sujet sans mentionner un de ses nouveaux aspects. M. Einstein obtenait pour le potentiel une équation aux dérivées partielles remplaçant celle de Poisson et conforme au principe de relativité; en revanche, les conditions aux limites ne l'étaient toujours pas. M. W. de Sitter a cherché à écarter cette anomalie en introduisant franchement l'hypothèse d'un espace à 5 dimensions (le temps compris) dans lequel nous vivrions et dont la courbure *ne serait pas nulle* [2].

C'est une idée qui se présente facilement à l'esprit. Nous serions — à une dimension près — comme ces insectes hors d'état de sauter dont on a souvent parlé et qui, rampant sur une sphère, attribueraient à l'espace deux dimensions, sans pouvoir acquérir la notion directe de la troisième. La chose paraît soutenable : il est seulement fort douteux que l'on réussisse jamais à *expliquer* quoi que ce soit dans l'univers réel par des hypothèses sur les dimensions de l'espace. Rappelons-nous ce que disait là-dessus Poincaré : aucune de nos diverses géométries n'est plus vraie que les autres; notre choix n'est au fond dicté que par de sérieuses raisons de commodité et aussi de simplicité. Malgré cette réserve, la tentative de M. de Sitter n'en est pas moins fort intéressante [3].

Mais passons à des recherches plus positives. On connaît le problème de l'aplatissement du Soleil ou encore des variations de son diamètre avec le temps, notamment au cours de la période de 11 ans, problème rendu bien délicat par l'incertitude des pointés micrométriques du bord solaire : quelques astronomes pensaient même en dernier lieu que le Soleil est allongé [1] au lieu d'être aplati comme les autres astres. M. Hamy [2] a cherché un procédé instrumental susceptible d'accroître la précision des mesures et d'en éliminer le plus possible la diffraction; il y est parvenu en disposant en avant de l'objectif un écran percé d'une fente étroite : les bords de l'image sont alors, le calcul le montre, très nettement définis aux extrémités d'un diamètre parallèle à la fente. La perte de lumière qui en résulte est loin d'être avec le Soleil un inconvénient, car il est toujours nécessaire de diaphragmer fortement d'une manière ou d'une autre pour éviter l'échauffement exagéré de la lunette, de sorte que la méthode est très pratique et paraît pleine de promesses.

La question des changements d'heure a fait couler beaucoup d'encre en 1917-1918: partisans et adversaires de l'heure d'été se sont donné un peu partout libre carrière. Ne réveillons pas des passions assoupies : la question n'était pas d'ordre scientifique, mais purement économique et, par répercussion, militaire. Tout autre apparaît la réforme proposée par M. Renaud, Directeur du Service Hydrographique de la Marine française [3] et relative à la manière de compter l'heure en mer. On adoptera désormais à bord des navires l'emploi des fuseaux horaires, en ayant soin de préciser le fuseau dans lequel on se trouve. Ainsi prendront fin les ambiguïtés résultant de l'ancien système où deux navires ayant fait leurs derniers « points » en des lieux différents n'accusaient pas des heures concordantes, ce qui troublait les observations qu'ils pouvaient faire d'un même événement extérieur.

Une autre réforme du même genre sera la substitution, dans les éphémérides destinées aux astronomes, du temps civil au temps dit astronomique. Le jour astronomique commençait depuis les Grecs à midi, le jour civil à minuit, de sorte que les observations de la matinée étaient datées de la veille. On évitera dorénavant les erreurs qui parfois en résultaient, au prix, il est vrai, d'une rupture de continuité fâcheuse dans une série d'observations séculaire, mais qui tôt ou tard se serait imposée.

L'astrolabe à prisme de MM. Claude et

1. A. S. EDDINGTON : Report on the Relativity Theory of Gravitation, Physical Society of London, Londres, 1918.

2. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, t. LXXVI, p. 699, oct. 1916; t. LXXVII, p. 155, déc. 1916; et t. LXXVIII, p. 3, nov. 1917.

3. Pas plus que M. Einstein, M. de Sitter ne recherche d'ailleurs la *cause* de la gravitation, mais bien la forme que doit avoir la loi pour satisfaire au principe de relativité généralisé.

1. Le P. Chevalier pense avoir reconnu à Zo-Sé (Chine) un très faible allongement du disque photosphérique. Dans un ordre d'idées voisin, des mesures de M. Deslandres, faites à Meudon, ont donné pour la chromosphère une épaisseur plus grande aux pôles.

2. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXV, p. 1082, 1917, et t. CLXVI, pp. 240 et 878, 1918.

3. *Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1918*. — Notice de M. J. Renaud sur « l'Heure en mer ».

Driencourt continue à montrer ses qualités. Ce précieux appareil, à peu près dénué de causes d'erreurs systématiques et qui, dans bien des cas, peut remplacer les instruments méridiens si encombrants et si compliqués, a été employé par Mme E. Chandon[1] à la mesure de la latitude de Paris et on jugera de la précision obtenue par ce fait que le *maximum* des écarts constatés pour chaque série d'observations avec la moyenne générale ne dépasse pas 0″,26. On peut donc atteindre, en groupant plusieurs séries, une précision de tout premier ordre, qui permettra sans doute d'aborder le problème si délicat de la variation des latitudes.

Voilà donc un instrument français dont le succès a été incontestable. Malheureusement nous serons peut-être de plus en plus réduits à compter comme ici sur l'ingéniosité de nos compatriotes dans des cas isolés, car il est à craindre que nous nous soyons laissé distancer pour tout ce qui regarde les instruments puissants indispensables à la plupart des recherches modernes. Il n'y a pas qu'à la guerre que l'artillerie lourde ne peut se remplacer ni par le matériel léger ni par la valeur du personnel, valeur un peu liée elle-même en définitive à celle de l'outillage. Et le génie de notre race semble bien, hélas! avoir la phobie du colossal, phobie qu'il ne surmonte que sous l'empire de la nécessité.

Nous savons comment les Américains, non contents des exploits de leur télescope de 1 m. 50 (60 pouces), en ont construit dès 1908 un de 2 m. 50, au Mont Wilson également. Ce magnifique instrument, dont l'achèvement a été retardé par divers contretemps, est seulement entré en service à la fin de 1917[2]. Le miroir, qui fut fondu en France, à Saint-Gobain, au milieu de difficultés considérables, dues à l'obligation d'assurer par le recuit à la masse une homogénéité suffisante, pèse 4.000 kg.; sa longueur focale, de 12 m. 88, peut être portée à 76 m. grâce à l'adjonction de miroirs auxiliaires plus petits et la monture pèse en tout cent tonnes. Dans de bonnes conditions atmosphériques, le télescope supporte un grossissement de 6.000 diamètres, c'est-à-dire qu'un tout petit cratère lunaire de 600 m. de diamètre y paraîtrait avoir les dimensions de la Lune elle-même, vue à l'œil nu. Enfin l'accroissement de l'intensité des images permettra de poser les clichés photographiques ou spectroscopiques 3 fois moins qu'avec le 60 pouces, ce qui augmentera beaucoup les moyens d'action de la Science.

Nous ne pouvons entrer dans les détails : bornons-nous à dire qu'on y voit tout le talent méthodique qui a présidé à la construction d'un pareil instrument, construction dont tous les ingénieurs devineront les multiples écueils. On remarquera aussi l'esprit de progrès jamais satisfait qui, avant même d'avoir achevé un télescope de beaucoup supérieur à tous ses devanciers, en concevait immédiatement un plus puissant encore.

Mais les Canadiens[1], en dépit de la part si considérable qu'ils ont prise à la guerre, n'ont pas voulu rester en retard sur leurs voisins : ils viennent de mettre en service un réflecteur de 72 pouces (1 m. 80). L'appareil, commencé en octobre 1916 et achevé en avril 1918, — ce qui constitue un record, — est situé à Victoria, dans la Colombie Britannique. M. Plaskett et ses collègues les astronomes du Dominion n'ont pas hésité, on le voit, à quitter leur bel établissement d'Ottawa pour aller chercher là où elles se trouvaient, des conditions climatériques favorables.

Comme le télescope de 100 pouces du Mont Wilson, celui de Victoria est monté à l'anglaise, c'est-à-dire que les deux extrémités de l'axe polaire reposent sur des piliers distincts, ce qui permet de franchir le méridien sans retournement. Le miroir, fondu lui aussi à Saint-Gobain, est disposé en vue de la spectroscopie d'une façon très pratique et très stable, sans que l'observateur soit jamais très loin du sol : une plateforme mobile a néanmoins été prévue[2]. Tous les roulements sont à billes, suivant la mode américaine, et les constructeurs n'ont pas ici perdu leur temps à faire des cercles gradués de précision; des divisions grossières de 5′ en 5′ suffisent amplement et il vaut mieux consacrer ses peines à éviter, par des plans judicieux, les nombreux « loups » dont il existe déjà, un peu partout, une assez jolie collection.

II. — Etude du Soleil

La surface tachée du Soleil a atteint son maximum vers le milieu d'août 1917 : c'est cette année-là qu'ont été vues les plus grandes taches observées depuis 44 ans. En 1918, le déclin commença à se manifester. On eut à signaler, au cours de cette période, plusieurs formations de

1. *Bulletin astronomique*, t. XXXIV, p. 209; 1917.
2. *The Observatory*, n° 594, p. 130; mars 1918.

1. *Monthly Notices of the R. A. S.*, vol. LXXIX, n° 4, p. 299; février 1919.
2. Un autre grand instrument — un télescope de 60 pouces — est en ce moment en construction dans les environs de Cordoba pour le compte du Gouvernement Argentin (*Observatory*, n° 511, p. 138; mars 1917). Mais nous n'avons encore sur lui que peu de renseignements.

files de taches orientées suivant le même parallèle, phénomène qui a sans doute dans la cause même des taches une raison d'être encore inconnue.

Les protubérances ont en gros suivi la même allure, à cela près que la dissymétrie déjà constatée entre les hémisphères nord et sud s'est de nouveau montrée, en s'étendant même aux filaments noirs du disque. Il n'y a d'ailleurs là rien qui doive surprendre, car ces filaments ont incontestablement avec les protubérances du bord de très étroites connexions.

Les recherches spectrales de MM. Fowler et Gregory[1], à Londres, suggèrent toujours plus nettement la présence dans le Soleil de corps composés qu'on eût été bien étonné d'y voir il y a trente ans : de très nombreuses bandes ultraviolettes de la vapeur d'eau et de l'ammoniaque ont, en effet, pu être identifiées dans l'atmosphère solaire.

Sans quitter le domaine de la spectroscopie, les théories d'Einstein sur la gravitation font prévoir une déviation vers le rouge des raies solaires en raison de l'influence que les corps célestes, par leur seule masse, exerceraient sur la lumière. L'écart s'élèverait à 0,008 Å par rapport aux résultats des expériences de laboratoire. M. St. John[2], mettant à profit les puissants spectroscopes du Mont Wilson, a recherché si une semblable différence existait : il n'a rien trouvé de net, malgré la suffisante précision de ses mesures. M. Evershed[3] n'a guère été plus heureux aux Indes avec les bandes du cyanogène. N'oublions pas, cependant, que l'effet en discussion peut être masqué par quelque autre phénomène encore inconnu : il ne faut pas, en pareille matière, trop se hâter de conclure.

M. C. G. Abbot et ses collaborateurs de la Smithsonian Institution étudient toujours avec le même zèle les variations de rayonnement solaire : ils viennent de fonder à Calama[4] (Chili), à une altitude de 2.250 m., une nouvelle station et ils ont voulu la choisir dans un pays qui passe pour jouir du ciel le plus pur du monde. Ils espèrent ainsi trancher le problème encore pendant des fluctuations de la constante solaire dont les répercussions sur la météorologie terrestre, notamment au cours de la période de 11 ans, ont été assez étudiées en 1917-18 ; nous avons eu cependant tant de déceptions avec les travaux de ce genre qu'il serait prudent d'attendre, pour en parler, qu'ils soient confirmés.

Mais les mesures spectro-bolométriques de M. Abbot ont d'autres applications : un savant japonais, M. Shin Hirayama[1], a tenté, en s'appuyant sur elles, de serrer de plus près le problème de l'absorption dans l'atmosphère solaire. La comparaison du rayonnement au centre et au bord du disque lui a montré que, si l'on admet 6.000° absolus pour température « effective » de l'astre entier, la température de la couche renversante doit atteindre 5.210° et celle de la photosphère 7.040°.

On attendait depuis longtemps la conclusion des recherches de M. Hale sur le champ magnétique général du Soleil, pris dans son ensemble. Le directeur du Mont Wilson et ses astronomes, MM. Seares, van Maanen et Ellerman[2], sans oublier de nombreuses dames employées aux mesures, ont abordé le problème par les procédés mêmes qui avaient si brillamment réussi autrefois, lors de la découverte des champs des taches. S'il y a un champ magnétique global, l'effet Zeeman doit se manifester, et en supprimant, grâce à un nicol convenablement disposé, une des composantes polarisées des doublets correspondant aux raies spectrales, on doit constater un déplacement de celle qui reste. Malheureusement les mesures sont délicates et c'est seulement en les faisant exécuter par un grand nombre de personnes, puis en mettant l'allure des résultats en regard de la distribution probable des lignes de force, que M. Hale a pu déceler la réalité du phénomène. Celle-ci semble acquise ; le champ n'est toutefois pas considérable : il ne dépasse en aucun cas 50 gauss, soit 100 fois le champ magnétique terrestre[3], qu'il reproduit du reste dans ses particularités, sa répartition et son sens. Un fait curieux est la décroissance très rapide du champ avec l'altitude, si l'on prend, avec M. St. John, comme critérium de celle-ci, l'intensité des raies sombres. Disons enfin que l'axe magnétique de l'astre paraît, comme celui de la Terre, incliné sur l'axe de rotation : l'angle serait d'environ 6°.

L'Observatoire du Mont Wilson organise par ailleurs un service régulier d'observation des polarités magnétiques des taches, qui semblent plus

1. *Proc. of the Royal Society of London*, A, t. XCIV, p. 470 et p. 472, 1918. — La vapeur d'eau était déjà, il est vrai, soupçonnée et aussi les hydrocarbures ainsi que quelques oxydes métalliques.

2. *Proc. of the National Academy of Sciences*, t. III, p. 450, 1917, et *Astrophysical Journal*, t. XLVI, p. 249 ; 1917.

3. *The Observatory*, n° 521, p. 371 ; octobre 1918.

4. *Popular Astronomy*, t. XXVI, p. 233 ; 1918.

1. *Proc. of the Math.-Phys. Society of Tokyo*, série 2, t. IX, p. 236 ; 1918.

2. *Astrophysical Journal*, t. XLVII, p. 206 ; 1918.

3. Ce champ n'a rien de commun, on le voit, avec celui, beaucoup plus faible (de l'ordre de 10^{-7} gauss), dont M. Deslandres a annoncé la reconnaissance à Meudon (*C. R.*, t. CLVII, p. 517 ; 1913) dans *l'atmosphère* solaire, par le seul examen de la courbure de certains jets protubéranciels hélicoïdaux.

capricieuses qu'on ne l'avait cru jadis : les champs signalés ne paraissent pas provenir des tourbillons superficiels de matière plus ou moins ionisée que révèle le spectrohéliographe. Mais alors à quoi sont-ils dus? On espère avec de la patience — et la patience, on le sait assez, est la principale qualité de l'astronome — parvenir à déchiffrer cette énigme.

A ce propos, l'année 1917 aura vu disparaître de la Physique solaire un petit mystère resté en suspens. On se rappelle l'étrange spectre que M. Hale avait cru découvrir dans le Soleil en 1902 : renversements bizarres de raies et anomalies variées. Il n'y avait là qu'une illusion d'origine instrumentale. Un astronome anglais, M. F. E. Baxandall[1], a en effet établi que deux spectres simultanés provenant du réseau employé s'étaient accidentellement superposés sur la même plaque photographique.

Le 8 juin 1918, une éclipse totale de Soleil a été visible aux Etats-Unis[2]. On n'y a pas vu reparaître la raie rouge intense qui constituait à elle seule à peu près tout le spectre de la couronne solaire lors de l'éclipse du 21 août 1914; par contre, la raie verte classique, dite du « coronium », s'est montrée de nouveau, assez faible d'ailleurs, en compagnie de quelques autres. On savait déjà que le spectre de la couronne éprouve avec le temps de très grosses modifications, mais on ne peut encore affirmer que celle dont nous parlons soit périodique.

M. E. P. Lewis a de plus trouvé à la lumière coronale une forte polarisation, confirmant ainsi les résultats obtenus notamment par M. P. Salet à l'éclipse de 1905. En 1918, la polarisation s'étendait à plus d'un diamètre solaire. Le fond continu du spectre de la couronne est donc bien dû à la lumière réfléchie du Soleil. Réfléchie sur quoi? Peut-être, et assez vraisemblablement, sur d'innombrables météorites; mais peut-être bien aussi, comme nous le verrons plus loin, sur les molécules d'un gaz très raréfié.

N'abandonnons pas le Soleil sans dire un mot des théories qui le concernent. On a beaucoup disserté là-dessus durant ces deux dernières années et de savants mathématiciens ont étudié à fond, à ce sujet, l'équilibre dynamique et thermique des astres en général. Une des plus notables améliorations apportées aux théories existantes, par M. A. S. Eddington en particulier[3], a consisté à faire intervenir la pression de radiation parmi les forces internes agissant sur un élément de matière. L'entrée en jeu de ce facteur est hors de doute; mais peut-être devons-nous attendre un peu avant de pouvoir constater un fait quelconque qui confirme non pas la valeur mathématique de ces recherches, mais l'exactitude de leurs applications à la réalité.

Nous en dirons autant de la série de mémoires, d'ailleurs remarqués, où M. A. Véronnet[1] rajeunit les idées anciennes en substituant à la notion du gaz parfait celle des gaz réels, lesquels ne suivent pas les lois idéales de Mariotte et de Gay-Lussac, mais bien la formule de van der Waals, et s'écartent des premières dans des limites connues — au moins tant qu'on ne dépasse pas le domaine de nos expériences de laboratoire. Nous touchons là du doigt le point faible de ces études : l'extrapolation est un procédé qui a ses charmes et le sujet n'incite que trop à y succomber; il est, malgré tout, un peu aventuré de raisonner sur des températures sûrement très supérieures à 6.000° et accompagnées de pressions fantastiques en se basant sur ce que nous savons de la matière terrestre.

On a encore moins le droit de calculer à 100.000 ans près — ce qui représente, en l'espèce, de la haute précision — l'âge du Soleil ou le temps qui lui reste à vivre[2]. Si l'on ne veut pas admettre qu'il y a eu jadis, à un instant déterminé et à partir de je ne sais quel chaos éthéré, création en bloc de tous les éléments chimiques à la fois — idée assurément contraire à ce que nous croyons connaître des voies ordinaires de la Nature — si donc on se refuse à cette audacieuse affirmation, il faut bien supposer que l'évolution, non pas seulement des étoiles, mais de la matière elle-même, s'effectue encore aujourd'hui quelque part dans le monde. Ce ne peut guère être qu'au sein des astres et l'énergie qu'ils possèdent doit surtout avoir une origine intra-atomique. Une formidable inconnue pèse donc, avant tout calcul, sur nos tentatives pour évaluer la date de la formation du Soleil ou la durée de son avenir possible en fonction de son rayonnement actuel, et tout ce qu'il nous est permis de dire à ce propos n'est légitime qu'à la condition

1. *Astrophysical Journal*, t. XLVI, p. 291; 1917.
2. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, t. XXX, p. 219.
3. *The Observatory*, n° 509, p. 38, janvier 1917, et numéros suivants. Le sujet a été discuté à la Société Royale Astronomique de Londres, durant les années 1917 et 1918 (les procès-verbaux des séances de cette Société sont donnés par la revue *The Observatory*).

1. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, dernières années, passim, et *Bulletin Astronomique*, t. XXXV, p. 101; 1918. Voir aussi *L'Astronomie*, t. XXXII, p. 297; 1918, et la *Rev. gén. des Sciences*, t. XXIX, p. 359; 1918.
2. Encore ne sait-on rien des pressions ou des températures réelles à l'intérieur du Soleil. Il y aurait même une loi de densité pour laquelle l'énergie emmagasinée par le Soleil (supposé formé par agglomération) serait infinie. Si cette loi est invraisemblable, une loi voisine le serait moins et, encore une fois, il y a là des *faits* que nous ignorons. (Voir A. AURIC : *Comptes Rendus*, t. CLXVII, p. 328; 1918.)

de l'envelopper de « si » ou de « à moins que » qui en amoindrissent grandement la portée.

III. — Planètes, Comètes et Météores

Les planètes qui ont attiré surtout l'attention ont été, en 1917-18, Jupiter et Mars, la première principalement, car la seconde n'était pas dans une situation très favorable et n'a rien révélé de bien sensationnel. Le mouvement relatif de la « grande perturbation » et de la « tache rouge » de la surface apparente de Jupiter a été fort étudié à Juvisy[1] par les astronomes de l'Observatoire Flammarion : il s'est montré assez énigmatique et s'est terminé par une conjonction, ainsi que cela avait déjà eu lieu autrefois. Mais, si l'on ne peut encore déduire de ces faits étranges quelque chose d'un peu certain, il est à présumer que le zèle des observateurs aboutira un jour à de belles découvertes ; le globe jovien rappelle le Soleil à plus d'un titre et récompen sera peut-être aussi généreusement ses fidèles.

Trois comètes sont apparues en 1917, quatre en 1918 : on doit leur découverte à MM. Mellish, Schaumasse et Schorr pour les premières et à MM. Reid, Jonckheere, Fayet et Schorr (de nouveau) pour les dernières. Elles n'ont donné lieu à aucune remarque spéciale : certaines, du reste, étaient périodiques et déjà attendues comme celles d'Encke, de Wolf et de Borrelly. Toutefois la comète de d'Arrest, si soigneusement étudiée naguère par M. Leveau, a été cherchée sans succès, et aussi celle de Faye. Ces recherches infructueuses sont, on le sait, fréquentes : dues souvent à des conditions d'observation défavorables, elles tiennent sans doute, pour une part, non seulement à l'action perturbatrice des planètes, mais encore à la lente et inexorable influence du Soleil qui tend à désagréger les comètes pour les transformer en essaims d'étoiles filantes.

Les Sociétés anglaise et américaine des Etoiles Filantes poursuivent toujours leurs travaux grâce au concours de nombreux amateurs. Il se pourrait même que ces efforts parviennent à déchirer bientôt le voile de ténèbres qui recouvrait jusqu'ici le fameux problème des « radiants stationnaires », ces points du ciel qui persistent des mois à nous gratifier de nombreux météores en dépit du déplacement terrestre — lequel exigerait que les radiants changent lentement de position avec le temps. Des astronomes réputés et en particulier, parmi les morts, Weiss, Brédikhine, Tisserand, Callandreau, se sont efforcés en vain de mettre fin à ce scandale, fût-ce au moyen d'hypothèses aussi savantes qu'ingénieuses. Or M. Charles P. Olivier[1] croit avoir démontré que les prétendus radiants stationnaires, celui des Orionides par exemple, ne sont en réalité pas fixes[2]. Espérons donc voir sous peu s'évanouir cette légende : la Science ne progresse pas que par la découverte de faits nouveaux ; on lui rend des services également signalés en déblayant, si peu que ce soit, le fouillis d'observations inexactes ou incomplètes qui encombrent ses périodiques de tout ordre.

On commence à étudier la radioactivité des météorites. MM. T. T. Quirke et L. Finkelstein[3] en ont analysé 22 qui ont témoigné d'une activité beaucoup plus faible que celle des roches de la croûte terrestre. A côté des analogies incontestables de ces pierres mystérieuses avec nos minéraux, cette différence méritait de ne pas passer inaperçue.

Nous ne saurions terminer ce chapitre sans dire un mot d'une importante question soulevée par M. Ch. Fabry[4]. Quand on essaie d'interpréter certains phénomènes astronomiques, la couronne solaire ou les queues des comètes par exemple, on parle assez souvent, et un peu à la légère, de diffusion de la lumière par des particules solides ou liquides. Mais on oublie trop que les molécules des gaz peuvent aussi jouer ce rôle, pour lequel les solides semblent à première vue si qualifiés : la couleur bleue du ciel suffit à le prouver. Certaines difficultés assez troublantes disparaissent alors. C'est ainsi que l'absence, dans le spectre de la couronne solaire, des raies de Fraunhofer n'a plus rien de surprenant si la couronne est gazeuse : les vitesses que la théorie des gaz conduit à attribuer aux molécules ont pour effet, par suite du principe de Doppler, de supprimer ces raies, à condition que le gaz interposé soit assez léger. Ce dernier pourrait du reste être des milliards de fois moins dense que l'air ordinaire, sans cesser malgré tout de rendre compte de la lumière émise. Les queues des comètes sont dans le même cas. Nous ignorons si ce sont en fait des poussières solides ; mais de simples molécules gazeuses se comporteraient pareillement : on n'aurait besoin d'attribuer au gaz qu'une densité absolument infime.

Il n'est pas jusqu'au monde des étoiles où la diffusion des gaz n'ait sans doute à intervenir : elle permettrait d'expliquer la singulière clarté du fond du ciel aux endroits où n'apparaît aucune

1. *L'Astronomie*, t. XXXII, p. 421 ; 1918.

1. *L'Astronomie*, t. XXXII, p. 259 ; 1918.
2. C'était d'ailleurs, en définitive, l'opinion de Tisserand.
3. *American Journal of Science*, t. XLIV, p. 237 ; 1917.
4. *L'Astronomie*, t. XXXII, p. 15 ; 1918.

étoile; un gaz raréfié d'une densité inférieure à 10^{-14} (par rapport à l'air normal) suffirait et ne risquerait d'opposer au mouvement des planètes aucune résistance appréciable. L'absorption de la lumière dans les régions équatoriales de la Voie Lactée [1] relèverait aussi de la même hypothèse. — L'intérêt de ces considérations saute aux yeux sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage.

IV. — Etoiles simples et multiples

Deux étoiles très proches de nous ont beaucoup occupé l'attention : celle de Barnard et celle de Innes. La première, visible sous nos latitudes, a un mouvement propre considérable, plus de 10″ par an : sa parallaxe moyenne est de 0″,52. Quant à l'étoile de M. Innes, c'est une voisine d'α Centaure avec laquelle elle semble former un couple physique : sa parallaxe [2] surpasse un peu celle de sa compagne et atteint 0″,78; c'est donc l'étoile la moins éloignée de notre système et on l'a baptisée Proxima Centauri. Mais elle ne détient pas que ce record-là, car sa luminosité propre, 10.000 fois inférieure à celle du Soleil, en fait, toute question de distance mise à part, l'astre le plus faible connu.

Toujours dans le domaine de l'Astronomie de position, signalons encore la publication de travaux assez nombreux sur les étoiles doubles. M. R. Jonckheere, émigré, durant la guerre, de Lille à Greenwich, où il a reçu le meilleur accueil, a continué à s'occuper avec succès de ce genre de recherches.

Une méthode nouvelle, dont l'avenir apparaît très brillant, est maintenant employée pour mesurer indirectement les parallaxes. Son principe a déjà été décrit ici [3]. M. W. S. Adams, le directeur adjoint du Mont Wilson, a pensé que l'intensité *relative* des diverses raies spectrales d'une étoile dépendait de conditions internes (la température, par exemple) qui doivent affecter pareillement dans tout l'Univers l'éclat absolu, c'est-à-dire l'éclat qu'aurait l'étoile à une distance donnée, prise pour unité. En utilisant les étoiles, déjà assez nombreuses, dont nous connaissons la parallaxe directe et par suite l'éclat absolu, on peut calculer les constantes de cette loi hypothétique, puis les faire servir inversement à la détermination de l'éclat absolu, et par conséquent de la distance, d'étoiles quelconques.

1. Voir plus loin p. 529.
2. *Union Observatory* (of South Africa). *Circular* 40.
3. Voir, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1917, la « Revue annuelle d'Astronomie » (1916) par M. P. Puiseux.

Nous avons donc là un puissant moyen de connaître les distances d'une foule d'étoiles lointaines dont les parallaxes mesurées directement eussent été masquées par les erreurs d'observation. MM. W. S. Adams et A. H. Joy [1] ont appliqué le procédé à 500 étoiles, sur lesquelles 360 avaient, par la méthode ordinaire, des parallaxes sensibles. Or, si l'on borne la comparaison aux 59 parallaxes étudiées par 3 observateurs ou davantage, on trouve que l'écart moyen des résultats de la méthode spectroscopique avec les anciens ne dépasse pas 0″,001, ce qui est extrêmement satisfaisant, si l'on songe à la difficulté du problème.

Ces recherches ont mis une fois de plus en évidence la distinction entre les soleils « nains » et les « géants », découverte par M. H. N. Russell [2]. Si l'on classe en effet les étoiles suivant leurs spectres en notant les grandeurs absolues (celle du Soleil étant, par définition, $+5^m,0$), on trouve qu'elles se groupent, pour chaque type spectral, autour de deux valeurs moyennes : l'une forte, à peu près constante et égale à 1,2, l'autre faible et décroissant régulièrement de 4,1 à 10,8 quand on va des étoiles blanches aux rouges. On voit donc que notre système comprend à la fois des soleils géants dont l'éclat varie peu et des nains d'autant plus affaiblis que leur lumière est plus rouge. On dirait — sans que ce soit là, bien entendu, la seule explication — que l'évolution stellaire suit une double marche, ascendante puis descendante, et passe deux fois, à l'aller comme au retour, par les mêmes états. C'est à peu de chose près la théorie soutenue jadis par Sir Norman Lockyer, dans son livre sur « l'Evolution Inorganique ».

Nous parlions tout à l'heure de l'absorption interstellaire de la lumière ; il ne faudrait pas croire cependant que l'espace cosmique soit partout également absorbant : telle est du moins la conclusion des travaux de M. H. Shapley [3] aussi bien que celle des astronomes suédois d'Upsal.

On sait par quel ingénieux détour le directeur d'Upsal, M. O. Bergstrand [4], est arrivé à matérialiser la notion d'indice de coloration — de couleur, si l'on veut — et à atteindre ainsi des astres trop faibles pour nos spectroscopes.

1. *Astrophysical Journal*, t. XLVI, p. 313; 1917.
2. Voir là-dessus : A. S. Eddington, Stellar Movements and the Structure of the Universe, p. 170; Londres, 1914.
3. *Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory*, nos 115-117. — Voir plus loin p. 529.
4. *Comptes Rendus*, t. CXLVIII, p. 1079 (1909), et *Nova Acta Regiæ Societatis Scientiarum Upsala* (IV), 2, n° 4 (1909). Voir une méthode analogue de M. E. Hertzsprung : *Publik. des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, t. XXII, n° 1; 1911.

M. Bergstrand place devant l'objectif d'une lunette un grillage formant réseau qui donne des étoiles, à droite et à gauche, une double série de petits spectres séparés par l'image directe. L'intervalle de deux spectres du même ordre, relatifs à une même étoile, dépend de la plus intense de ses radiations. Et cette « longueur d'onde effective » est en rapport direct, facile à connaître, avec le type spectral. On peut donc — c'est là le point intéressant — déduire ce dernier d'une simple mesure micrométrique.

Or MM. K. Lundmark et B. Lindblad[1] ont montré que la relation de la longueur d'onde effective avec le type spectral moyen restait la même pour les amas globulaires ou les nébuleuses spirales que pour les étoiles fixes, ce qui n'aurait pas lieu si une absorption sensible, bien entendu sans influence sur le type, venait rendre plus rouges les astres très lointains, situés comme ceux-là hors du plan galactique. L'absorption, si elle existe, paraît donc confinée au domaine de la Voie Lactée, ce qui, nous le verrons, n'a rien qui doive surprendre.

Arrivons au plus insolite des événements célestes de l'année 1918 : l'étoile nouvelle de l'Aigle[2], qui par son éclat a surpassé les plus belles « novæ » de ces 200 dernières années et, en d'autres temps, aurait certainement valu aux astronomes bien des visites de reporters. La Nova de 1918 a surtout été intéressante en ce que l'on a pu, cette fois, observer au spectroscope ses toutes premières phases, les plus fugaces et les plus significatives peut-être, mais aussi celles sur lesquelles nous possédions le moins d'informations.

C'est ainsi que l'on a reconnu d'une façon désormais incontestable l'existence d'une période où les novæ possèdent, à peu de chose près, le spectre des étoiles ordinaires : raies sombres sur fond continu. Ce spectre ne tarde pas à évoluer vers celui, devenu banal, qui caractérise les étoiles nouvelles : raies sombres complexes et fortement décalées vers le violet, accolées à des raies brillantes très larges et peu déplacées, l'hydrogène restant toujours prépondérant. Petit à petit, le fond continu et les raies sombres s'affaiblissent, tandis qu'apparaissent les raies nébulaires et celles des étoiles de Wolf-Rayet, λ 468 et λ 463. Ces dernières subsistent seules un certain temps, les raies nébulaires ayant disparu à leur tour, puis elles s'étalent de plus en plus, faisant ainsi renaître le spectre continu. L'étoile de 1918 a parcouru ces divers stades, sauf le dernier, d'ailleurs habituellement très long.

L'honneur de la découverte visuelle de l'étoile a été, comme de juste, fort disputé. Mais nous ne contristerons personne en disant que les premières observations spectroscopiques datent du 8 juin[1]. La Mission de l'Observatoire Yerkes était à Green River, dans le Wyoming, où elle venait d'étudier l'éclipse de Soleil. M. Barnard vit la Nova, la reconnut telle et, sans perdre un instant, MM. Frost et Parkhurst dirigèrent sur elle l'appareil même — un prisme objectif — qui venait de leur servir pour le Soleil. Au Mont Wilson, on fut prévenu par dépêche et l'on prit également un cliché du spectre ce soir-là.

Mais la Nova remontait elle-même à une époque bien antérieure. On l'avait photographiée à Harvard College[2] dès le 22 mai 1888 et, depuis, on en avait pris 405 — oui, 405 — clichés allant jusqu'au 3 juin 1918 et la montrant à peu près de grandeur photographique 10,5 : nous disons « à peu près », car elle apparaît légèrement plus brillante sur des plaques d'Alger de 1892 et 1895 et aussi sur une de M. Quénisset, prise à Juvisy en 1909. Le 5 juin 1918, on la trouve à Heidelberg de grandeur 10,5, mais le 7 elle était de 6,5, le 8 de 0,8, le 9 de — 1 et le 10 de 0; elle décroissait enfin lentement pour n'avoir plus le 20 que la grandeur 2,2 et tomber à la 6e vers la fin de 1918.

Ainsi nous sommes aussi sûrs qu'on peut l'être en pareille matière qu'il existait déjà une petite étoile à l'endroit (ou *près de l'endroit*) où devait se montrer la Nova : ce point est d'une importance évidente en ce qui concerne les explications possibles du phénomène, explications dont la plus en faveur repose toujours, croyons-nous, sur la rencontre d'une étoile avec une nébuleuse, peu lumineuses toutes deux. — Un autre trait qui semble acquis est la présence dans le spectre de nombreuses raies d'absorption de α Cygni[3] : elles y figurent déplacées d'une certaine quantité, sans qu'on soit bien fixé sur la signification à donner à cette curieuse remarque.

Il ne nous reste plus qu'à attendre pour voir si la Nova de 1918 nous montrera quelque jour la lueur étrange, semblant se propager à une vitesse voisine de celle de la lumière, que l'on

1. *Astrophysical Journal*, t. XLVI, p. 206; 1917.

2. Nous renverrons pour plus de détails sur ce sujet à notre article : « Les Etoiles Nouvelles », dans la *Revue générale des Sciences* du 30 nov. 1918.

1. *Monthly Notices*, t. LXXXIX, p. 279; fév. 1919.

2. *Harvard Circulars*, nos 208 et 210.

3. H. F. NEWALL : *Monthly Notices*, t. LXXIX, p. 31; nov. 1918. MM. Newall et Stratton avaient déjà noté la même particularité dans le spectre d'une nova antérieure (*M. N.*, t. LXXIII, p. 380). — L'étoile α Cygni possède un spectre très spécial, remarquable par la présence de raies métalliques, dites de haute température.

a pu admirer autrefois autour de la Nova Persei de 1901.

V. — AMAS D'ÉTOILES ET NÉBULEUSES

C'est surtout l'étude de ces astres qui a le plus progressé dans ces derniers temps et les travaux dont nous allons nous occuper compteront assurément parmi les plus remarquables qu'aura vus naître la guerre, sinon toute notre génération. Ils n'ont abouti à rien de moins qu'à nous révéler la distance approchée de ces magnifiques amas globulaires qui font l'étonnement de tous les amis du Ciel et les méthodes employées seront sans doute applicables aux nébuleuses spirales. De pareils résultats méritent qu'on s'y arrête.

Il existe deux sortes d'amas : les uns, de contours mal définis, affectionnent les parages de la Voie Lactée dont ils font vraisemblablement partie ; les autres, les plus beaux, les amas globulaires, semblent au contraire la fuir et se trouvent de plus presque tous réunis dans un hémisphère de la sphère céleste dont le pôle avoisine le Scorpion ou le Sagittaire. Si l'on connaissait la distance de ces derniers, on se ferait une idée de leur distribution dans l'espace et cela nous en apprendrait long, peut-être, sur le vaste sujet de la constitution d'ensemble de tout l'Univers visible.

La première méthode employée l'a été, dès la fin de 1913, par un astronome danois travaillant à Potsdam, M. E. Hertzsprung[1], à propos de la petite Nuée de Magellan. C'est un amas globulaire qui, comme beaucoup de ses pareils, renferme de nombreuses étoiles variables. Or ces variables, analogues à nos Céphéïdes, ont, dans presque tous les amas, des courbes photométriques similaires ; leur grandeur moyenne change d'un amas à l'autre, mais fort peu dans le même amas : c'est ainsi que, dans celui des Chiens de Chasse, les variables sont de grandeur $15^m,50$, avec un écart moyen de $+0^m,08$. — D'autre part, à Harvard College, Miss Leavitt[2], en examinant une série de clichés d'amas globulaires, a découvert en 1912 une loi bien singulière : dans un amas déterminé, le logarithme de la période de chaque variable est proportionnel à sa grandeur apparente[3], c'est-à-dire aussi à sa grandeur absolue, puisque toutes les étoiles d'un amas sont sans doute, en gros, à la même distance de nous. Cette étrange formule est beaucoup plus exacte qu'on se le figurerait à priori : il y a donc des chances pour qu'elle touche de près le fond des choses.

La généralité de ces constatations suggère la pensée que les variables de ce type sont les mêmes dans tout l'Univers : on peut alors supposer que seule la distance fait les différences d'éclat. La vérification de cette hypothèse ne peut venir bien entendu (comme il arrive plus souvent qu'on ne le dit) que de l'examen de ses conséquences. Mais, si on l'admet, on en déduit — et c'est ce qu'a fait M. Hertzsprung en utilisant la loi de Miss Leavitt — la distance de la petite Nuée de Magellan par comparaison avec les Céphéïdes de notre système dont la parallaxe est connue. On peut aussi[1] aller plus loin et ne se baser que sur l'éclat apparent moyen : on obtient ainsi les distances d'un certain nombre d'amas du Ciel, distances dont l'ordre de grandeur se trouve concorder.

En comparant ces résultats, on remarqua que la grandeur moyenne absolue des plus brillantes étoiles, non variables, de chaque amas était constante ; on put alors par là obtenir les distances d'une nouvelle série d'amas trop pauvres en variables pour que le premier procédé leur fût applicable et ceci permit de reconnaître que le diamètre apparent des amas varie à peu près en raison inverse de leur éloignement : on en profita pour atteindre de nouveaux amas encore que les méthodes précédentes avaient dû laisser de côté. En définitive, sur 69 amas considérés par M. H. Shapley, 7 ont été étudiés par les variables, 21 par les grandeurs des plus belles étoiles et 41 par les diamètres apparents.

La conclusion de toutes ces recherches, c'est que le plus proche des amas globulaires envisagés, ω Centaure, est à une distance de 6.500 parsecs (1 parsec = 3,256 années de lumière = distance d'un astre dont la parallaxe serait 1″) ; le plus éloigné, N. G. C. 7.006, est à 67.000 parsecs, alors que notre système galactique central entier n'a probablement guère plus de 1.000 parsecs de diamètre. Ces amas forment en somme une agglomération dont le centre est situé à une vingtaine de mille parsecs et sur les confins extrêmes de laquelle nous nous trouvons : c'est pourquoi ils nous paraissent n'occuper qu'un hémisphère du Ciel. Quant à la raison pour laquelle les amas globulaires, distincts en cela des autres, sont si rares dans le plan galactique, elle pourrait bien

1. *Astronomische Nachrichten*, t. CXCV, n° 4692, p. 1313, et t. CXCVI, p. 201 ; 1913.
2. *Harvard Circular*, n° 173.
3. Il faut évidemment choisir des unités appropriées sinon la loi s'exprime par une relation linéaire au lieu d'une simple proportionnalité.

1. Voir : HARLOW SHAPLEY : *Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory*, n° 152, et *Astrophysical Journal*, vol. XLVIII, 1918.

enir à la présence, dans ce plan, de quelque matière cosmique absorbante[1] ; toutefois cette explication est un peu discutée. Le fait lui-même est en tout cas d'une netteté incontestable, qui se précise encore quand on tient compte des distances.

De tout ce qui précède on ne saurait conclure, croyons-nous, avec une certitude absolue, que les amas globulaires sont complètement étrangers à notre système : la symétrie accentuée de leur répartition par rapport à l'équateur galactique plaide, du reste, en sens contraire. C'est peut-être la Voie Lactée elle-même que nous devons regarder, en y comprenant ses plus lointaines ramifications, comme plus immense encore que nous ne le supposions.

L'étude des nébuleuses spirales n'en prend que plus d'intérêt. Nos confrères d'outre-Atlantique et notamment M. V. M. Slipher, le successeur de Percival Lowell à Flagstaff, ont continué à profiter des larges raies noires de leurs spectres pour mesurer leurs vitesses radiales. Ils trouvent toujours[2] des chiffres énormes de l'ordre de 500 à 1.000 km : sec, tandis que les vitesses de rotation se révèlent, grâce à la méthode de l'inclinaison des raies, également considérables[3].

Ces mesures spectroscopiques nous permettront probablement bientôt de résoudre le problème de la distance de ces astres. M. Bigourdan[4] vient en effet d'achever la publication du grand catalogue de nébuleuses auquel il a consacré presque toute une vie et qui lui a valu cette année la grande médaille d'or de la Société Astronomique anglaise. L'œuvre comprend environ 7.000 amas ou nébuleuses, observés chacun plusieurs fois, au micromètre, de 1884 à 1911. Quand on reprendra — par la photographie ou autrement — cet immense travail, dans un demi-siècle par exemple, on se fera une idée très nette des mouvements propres des nébuleuses spirales (et aussi des amas stellaires), ce qui fournira des indications positives sur leurs distances. — On vient toutefois, nous allons le voir, d'acquérir là-dessus quelques notions.

1. Ainsi que cela a lieu pour la région équatoriale des nébuleuses spirales. La chose saute aux yeux pour les nébuleuses que nous voyons par la tranche (comme H IV 24 dans la Chevelure de Bérénice) : elle est moins saisissante, mais on la constate aussi, pour celles vues de face, dont les environs sont en général si pauvres en étoiles.

2. On trouvera ces résultats dans les Bulletins de l'Observatoire Lick et de l'Observatoire Lowell, ainsi que dans les *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*.

3. F. G. PEASE: *Proceedings of the National Academy of Washington*, t. IV, p. 21 ; 1918.

4. *Annales de l'Observatoire de Paris, Observations*, passim entre les années 1884 et 1907. — Le Catalogue de M. Bigourdan a été depuis rassemblé en 5 volumes sous le titre : Observations de Nébuleuses et d'Amas stellaires.

Un fait très remarquable a été la découverte de nombreuses novæ dans des nébuleuses spirales[1]. Il y avait eu, à la vérité, des précédents : plusieurs de celles déjà classées ont été vues dans des nébuleuses. Mais les observations de ce genre se sont depuis multipliées : on en a ainsi compté 9 en un an, rien que dans la Nébuleuse d'Andromède.

Or les étoiles nouvelles de notre voisinage semblent confinées dans la Voie Lactée : elles paraissent donc lui appartenir et la présence d'astres analogues dans les nébuleuses spirales est un nouveau trait commun que ces mondes lointains ont avec le nôtre. Mais ceci nous fournit un moyen d'aborder la question de leurs distances en traitant les novæ des nébuleuses exactement comme le firent MM. Hertzsprung et Shapley pour les variables des amas. Si le phénomène des étoiles nouvelles est partout le même, la faiblesse de celles des nébuleuses est un effet de leur éloignement : une estimation grossière de la grandeur maximum moyenne de nos novæ à nous montre alors que les spirales les plus proches sont à quelque chose comme une centaine de mille parsecs, ce qui les met plus loin que les amas d'étoiles et conduit à leur attribuer des dimensions réelles comparables à celles de la Voie Lactée elle-même. Tel est du moins le résultat obtenu par M. H. D. Curtis[2] : il s'accorde avec tout ce que nous supposions et paraît, jusqu'à plus ample informé, fort vraisemblable.

En même temps que la distance de ces nébuleuses, M. Curtis a tenté aussi d'évaluer leur nombre, immensément plus grand qu'on ne l'aurait imaginé jadis. Les clichés américains en font, en effet, constamment découvrir de nouvelles, presque toutes non cataloguées. M. Curtis arrive dans sa statistique à un total de 722.000 pour le ciel entier (austral et boréal), et comme les plus faibles ne se voient guère qu'au centre de la plaque, on peut affirmer hardiment que le nombre réel de celles qu'un observateur patient pourrait observer dépasse le *million*[3].

Nous n'avons rien dit encore de la seconde classe de nébuleuses : les gazeuses. Celles-là sont, on le sait, en nombre infime, 100 tout au plus ; mais on les voit heureusement assez bien, malgré que la puissance des grands instruments n'en fasse guère apercevoir d'inconnues. On les

1. H. SHAPLEY : *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, t. XXIX, p. 214 ; 1917. — G. W. RITCHEY : *Ibid.*, t. XXXI, p. 162 ; 1918, et J. C. DUNCAN, p. 255.

2. *Lick Observatory Bulletin*, t. IX, p. 108.

3. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, avril 1918.

a crues longtemps très lointaines; leur concentration dans la Voie Lactée et surtout leurs intimes relations avec les novæ et les étoiles de Wolf-Rayet ont donné à penser qu'il n'en était rien. Les mesures directes de parallaxes confirment cette manière de voir : c'est ainsi que M. van Maanen[1] a trouvé au Mont Wilson, pour quelques-unes d'entre elles, des chiffres de l'ordre de 50 ou 100 parsecs, comme distances à notre Soleil.

Déjà, quelques mois plus tôt, MM. Campbell et Moore[2], puis un autre astronome de Lick, M. W. K. Green[3], avaient étudié la vitesse de rotation des nébuleuses gazeuses planétaires : ils ont établi que le mouvement s'effectue autour du plus petit axe, la matière semblant répartie en couches ellipsoïdales à peu près concentriques. Le même travail fut exécuté sur les diverses régions de la Nébuleuse d'Orion : il a clairement fait voir l'exactitude de la belle et ingénieuse méthode spectroscopique employée, trois ans auparavant, par nos compatriotes, MM. Ch. Fabry, Buisson et Bourget[4] et qui, basée sur les interférences comme sur la théorie cinétique des gaz, ouvre à l'Astronomie un champ encore à peine exploré.

De tout ce qu'on vient de lire, plus encore peut-être que des travaux des années précédentes, nous voyons se dégager quelques conclusions. C'est d'abord la conviction toujours plus ferme de la généralité des lois de la Nature, qui apparaissent valables dans *tout l'ensemble* de l'Univers; c'est ensuite, à un point de vue plus immédiat, l'importance croissante des méthodes astrophysiques, voisines de la Physique, sans se confondre avec elle.

Certaines des découvertes ci-dessus parlent d'elles-mêmes. Ne remplissent-elles pas tout le but de l'Astronomie? N'est-ce pas, en grande partie justement pour savoir ces choses que tant d'efforts ont été dépensés dans le passé, sans qu'on ait même jamais espéré les savoir un jour aussi bien?

L'astronomie de position, telle qu'on la comprenait il y a 30 ans, semble avoir fait son temps. Les méthodes mathématiques, *appliquées aux problèmes anciens*, paraissent bien près d'avoir épuisé leurs possibilités, car les durées que les procédés les plus perfectionnés nous permettent d'embrasser avec exactitude dans nos prévisions sont précisément celles au delà desquelles les facteurs écartés *a priori* des équations interviennent presque sûrement. Il n'y a pas dans le monde que la gravitation; il s'y manifeste bien d'autres influences encore dont le calcul constituera la Mécanique Céleste future. Et, pour des prédictions à échéance de plusieurs siècles, on ne peut plus négliger ces causes mal connues. Rappelons-nous la conclusion par laquelle M. E. Brown vient de terminer ses vastes recherches sur la Lune et où il estime que, pour en améliorer les Tables, nous ne devons plus guère compter que sur l'entrée en jeu de forces nouvelles.

Or ces forces électriques ou magnétiques, ces milieux absorbants, résistants ou visqueux, ce sera encore à l'Astrophysique de les étudier. C'est donc elle qui nous pose aujourd'hui tous les problèmes vraiment intéressants, ceux qui, une fois résolus, nous feront le mieux pénétrer les secrets de la Nature. Espérons alors qu'un peu partout en France les astronomes n'hésiteront plus à orienter davantage leurs recherches dans une voie dont tant de succès récents garantissent le brillant avenir.

Jean Bosler,
Docteur ès Sciences,
Astronome à l'Observatoire de Meudon.

1. *Public. of the Astr. Soc. of the Pacific*, t. XXIX, p. 133 et p. 209; 1917 — et *Proc. of the Nat. Acad. of Washington*, t. III, p. 133; 1917.
2. *Lick Observatory Bulletin*, n° 278; 1916 — et *Popular Astronomy*, p. 655; déc. 1916.
3. *Lick Observatory Bulletin*, t. IX, p. 92.
4. *Journal de Physique*, 5e série, t. IV, p. 357; 1914.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Masméjean (A.) et **Bérêhare** (E.), *Officiers mécaniciens de la Marine, attachés au Service de l'Aviation militaire.* — **Les moteurs à explosion dans l'aviation.** *Tome I* : **Etudes préliminaires.** — *1 vol. in-12, de 389 pages, avec 128 fig. dans le texte et 3 planches hors texte (Prix : 15 fr.). Dunod et Pinat, éditeurs, Paris*, 1918.

« Nous avons réuni en cet ouvrage, disent les auteurs dans leur préface, tous les éléments qui nous ont paru indispensables pour l'étude pratique du moteur à explosion, en essayant de les présenter sous une forme simple, capable d'intéresser tous ceux qui ont à conduire, à entretenir et réparer des moteurs de ce genre. » Plus loin, ils déclarent s'adresser plus particulièrement aux « aviateurs et mécaniciens de l'aéronautique et des automobiles », à l'usage desquels ils ont rassemblé, « dans ce premier volume, des renseignements utiles et des résultats d'expériences, leur permettant d'acquérir plus rapidement les connaissances professionnelles susceptibles de faciliter l'accomplissement de leur tâche ».

Cette préface-programme a été écrite manifestement avant de donner le bon à tirer des dernières feuilles, car le projet primitif a été considérablement élargi, et l'on ne s'est plus adressé uniquement aux conducteurs de moteurs; c'est à l'usage des constructeurs qu'ont été rédigés les chapitres de technologie mécanique traitant des qualités des métaux et des alliages mis en œuvre, de leurs essais de dureté, de ténacité, de fragilité, de résilience, des mesures de puissance des moteurs par le moulinet, le banc-balance et autres engins de freinage, des déterminations des vitesses d'écoulement des gaz et des calculs des débits d'air et des quantités d'eau nécessaires au refroidissement, etc. Ces chapitres intéresseront les techniciens par leur solide et abondante documentation. Pour les conducteurs, ont été étudiés avec soin l'allumage, la carburation et la réfrigération dans les moteurs et ils y trouveront d'utiles renseignements présentés d'une manière lumineuse et méthodique.

AIMÉ WITZ,
Correspondant de l'Institut.

Petit (Henri), *Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Détaché au Service Technique automobile.* — **Traité élémentaire d'Automobile**, *suivi de* **Notes techniques.** — *1 vol. in-8° de XVI-619 p. avec 506 fig. (Prix : 33 fr. 60). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

Cet ouvrage se compose de deux parties distinctes.

La première, qui comprend à peu près les deux tiers du volume, est la reproduction du cours que l'auteur a professé pendant un an au Centre d'instruction des élèves-officiers du Service automobile aux armées. Etant donnée l'origine, très diverse, des personnes auxquelles il s'adressait, M. Petit lui a donné un caractère assez élémentaire, sans pour cela tomber dans une fâcheuse vulgarisation. On y trouvera tout ce qui concerne le moteur, les transmissions, le châssis, la suspension, les freins, les roues, l'adhérence et la traction, et les accessoires, exposé dans un style concis mais très clair et à la portée de tous ceux qui s'intéressent à la construction et à l'emploi des véhicules automobiles.

La seconde partie est formée d'une série de notes techniques, où certaines questions sont traitées plus à fond : ainsi le choix des matériaux pour la construction des châssis, le refroidissement de l'eau, l'équilibrage des moteurs, et en particulier de ceux à 2 et à 6 cylindres en V, le dérapage, les efforts dans les organes du moteur, les fléchissements dans les voitures automobiles (cette dernière due à M. P. Ravigneaux). Il y a là un ensemble de documents de nature à rendre service à ceux qui voudront poursuivre l'étude de ces questions.

C. MAILLARD.

2° Sciences physiques

Dunwoody (Halsey), *Professeur de Philosophie naturelle et expérimentale à l'Académie militaire des Etats-Unis.* — **Notes, Problems and Laboratory Exercises in Mechanics, Sound, Light, Thermomechanics and Hydraulics.** — *1 vol. in-8° de 369 p. avec 215 fig. (Prix cart. : 13 sh. 6 d.). John Wiley and Sons, New-York; Chapman and Hall, Londres*, 1917.

La guerre mondiale a provoqué l'apparition d'un assez grand nombre de volumes techniques, destinés à l'instruction aussi rapide que possible des jeunes gens candidats aux fonctions d'officier. Le volume actuel a été écrit pour les officiers de l'Armée américaine et doit être considéré comme une annexe du cours de Physique professé à la Military Academy.

C'est un assemblage assez touffu, auquel ont contribué plusieurs collaborateurs, et contenant diverses parties plus ou moins indépendantes, dont voici les titres : Notes de Mécanique, Notes de Statique graphique, Problèmes sur la Mécanique, l'acoustique, l'optique, la thermodynamique, et l'hydraulique, Notes sur la translation et la rotation, Manipulations.

Le principal intérêt que le lecteur français prendra à parcourir ce livre provient des rapprochements fort instructifs qu'il pourra faire entre les méthodes américaines et les nôtres. Les professeurs ou étudiants américains s'étonnent fréquemment de certains caractères de notre enseignement : nous « démontrons » un peu trop à leur sens, alors qu'eux se contentent souvent d'énoncer des résultats en les groupant avec clarté. Notre enseignement tend à être logique et complet; il conserve, même dans les sciences expérimentales, un caractère dogmatique et déductif. Le leur vise surtout l'utilisation immédiate de résultats pratiques, sans trop se soucier de la rigueur des principes ni de l'enchaînement des raisonnements. Je me contente ici de signaler le fait, sans chercher à choisir entre ces deux tendances dont la lutte n'est pas près de prendre fin.

Dans la première partie de l'ouvrage actuel, les éléments fondamentaux de la Mécanique sont exposés avec une grande simplicité et sans aucune recherche de rigueur : les exemples et les données numériques sont seulement destinés à faire saisir la valeur pratique des notions successivement introduites. L'étude du pendule et de la pesanteur est largement développée. Des questions assez délicates sont esquissées, d'une manière quelquefois heureuse, par exemple l'étude du gyroscope.

Dans la seconde partie, qui ne comprend qu'une vingtaine de pages, les procédés de la Statique graphique sont exposés et appuyés d'exemples et d'exercices.

La troisième partie, la plus développée (140 pages), est une des plus intéressantes : là se trouvent réunis les énoncés des problèmes et exercices numériques relatifs à la Physique. La Mécanique y tient une très large place.

Les notes sur la translation et la rotation (40 pages) ont un caractère théorique nettement différent de celui du reste de l'ouvrage : le mouvement à la Poinsot et le gyroscope y sont étudiés d'une manière assez approfondie (la seconde de ces questions, déjà esquissée dans la première partie, est reprise ici en détail).

Enfin la dernière partie (60 pages) est un recueil de manipulations, relatives surtout à la Mécanique, et où les professeurs français pourront puiser pas mal d'idées

intéressantes. Pour chaque exercice, l'appareil est représenté par une photographie, et le sujet de la manipulation est expliqué sur une « feuille » complétée par un tableau en blanc, destiné à renfermer les résultats numériques de l'élève.

L'ouvrage n'a d'autre prétention que celle de servir de guide pratique à des étudiants qui, par nécessité, doivent apprendre vite et beaucoup. Il serait trop facile de lui reprocher, outre son manque d'unité, bien des imperfections de détail. Mais, dans l'ensemble, on sent fort bien qu'il a dû rendre les services qu'on en attendait, et le lecteur français pourra en tirer bien des sujets d'utiles réflexions. Il pourra par exemple se rendre compte une fois de plus de l'importance primordiale que prend la Mécanique dans cet enseignement. Nous oublions trop, en France, que la Mécanique est une partie de la Physique, qu'elle en est même la partie fondamentale. Chez nous, l'enseignement de la Mécanique n'est presque jamais confié à un physicien. Les manipulations de Mécanique physique (en y comprenant même les applications) sont peu répandues dans nos laboratoires : je n'en connais pas un seul où on ait jamais fait une manipulation sur la viscosité, pareille à celle qui est décrite dans l'ouvrage qui fait l'objet de cette analyse.

Les pays anglo-saxons ont toujours adopté le point de vue opposé au nôtre. Leurs livres de Physique et leur enseignement théorique et pratique sont imprégnés d'idées mécaniques. Peut-être le temps serait-il venu de ne plus négliger chez nous ce point de vue d'une manière aussi complète.

Eugène Bloch.

Cherchefsky (N.), *Ingénieur Chimiste, Expert près les Tribunaux de la Seine et près la Douane.* — **Détermination de la provenance d'un Naphte ou de ses dérivés.** — *1 vol. gr. in-8° de 165 pages, avec 131 tableaux et planches hors texte (Prix : 36 francs). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris*, 1919.

On sait que les divers pétroles présentent, au point de vue de leur composition chimique, des différences essentielles. Si le pétrole de Pensylvanie est de nature aliphatique, celui du Canada en diffère déjà par la présence de carbures cycloforméniques. Le pétrole de Roumanie n'est nullement identique au pétrole de Bakou. Et l'on pourrait faire un tableau des divers pétroles, sans qu'il soit possible d'en trouver deux qui possèdent la même composition chimique.

Il suit de là que leurs caractères physiques doivent également varier avec chaque espèce, et seule la connaissance parfaite de ces divers caractères pourra guider le chimiste dans la recherche sur la nature et l'origine du pétrole.

Cette question de l'identification des naphtes paraît être aujourd'hui d'une grande importance au point de vue commercial, car le plus souvent on trouve sur le marché des mélanges divers qui ne répondent pas à un produit fixe et dont il est difficile de reconnaître l'origine. D'autre part, depuis la fabrication des essences de cracking, qui a pris un développement important en Amérique, on a lancé dans le commerce des produits qui n'ont plus le caractère du pétrole primitif.

Il semble donc qu'une étude rationnelle des méthodes physiques, appliquées à la détermination des divers pétroles, peut rendre un très grand service aux industriels et aux chimistes. Jusqu'à présent, les travaux effectués sur ce sujet ne sont pas très nombreux. Depuis la méthode de Riche et Halphen, qui caractérise les divers pétroles en se basant sur les différentes densités des fractions obtenues par distillation, méthode excellente, mais peu précise, il n'a jamais paru une étude complète permettant de déterminer d'une manière irréfutable l'origine exacte d'un pétrole.

Le livre que M. Cherchefsky a fait paraître vient combler cette lacune en décrivant une méthode analytique qui est étayée sur des résultats très nombreux.

La première partie est consacrée à la détermination de l'origine des essences légères et des huiles lampantes. Le naphte brut ou ses distillats sont soumis à une distillation fractionnée, et chaque portion obtenue est examinée au point de vue de la densité, du point d'ébullition, de son pouvoir réfringent, de l'indice de solubilité, de la température critique de dissolution, de la température de trouble et de l'indice d'iode.

Si la densité et le point d'ébullition étaient autrefois les seules constantes à peu près exclusivement utilisées dans une telle recherche, il ressort des travaux de l'auteur que l'indice de réfraction est tout aussi utile à déterminer. L'indice de solubilité, c'est-à-dire la solubilité des pétroles dans divers dissolvants, est également un complément indispensable pour préciser leur origine.

La température critique de dissolution est aussi introduite pour la première fois dans les essais du naphte. On sait que l'on entend par là la température à laquelle se trouble, par refroidissement, une solution d'un corps dans un solvant, qui n'est autre, dans le cas des pétroles, que l'alcool ordinaire à 96°,5. Il en est de même de la température de trouble dans l'anhydride acétique, qui, contrairement à la précédente, est toujours inférieure à la température d'ébullition du solvant employé. Ces deux constantes sont différentes pour les divers pétroles et constituent un excellent caractère.

Enfin, l'indice d'iode permet, comme dans les huiles végétales, de déterminer la quantité de corps à double liaison, des hydrocarbures incomplets, provenant de l'addition d'huiles ou essences de cracking ou d'huiles issues de la décomposition des schistes bitumineux ou de lignites, qui fournissent, on le sait, des hydrocarbures de nature éthylénique.

Tous ces essais sont parfaitement décrits dans l'ouvrage. Ils ont été effectués par l'auteur sur des pétroles de différentes origines. Ils sont accompagnés de tableaux nombreux, relatant ces différentes constantes, ainsi que de courbes relatives à chaque pétrole. Ils constituent un guide sûr, qui permet de contrôler immédiatement les résultats obtenus dans l'analyse d'un naphte ou de ses distillats. Etant donné un pétrole portant une étiquette déterminée, on pourra constater s'il est réellement le produit indiqué, en déterminant les diverses constantes et les rapportant ensuite à la courbe type correspondante.

La seconde partie de ce livre traite de la détermination de la provenance des huiles minérales de graissage, des vaselines, de la cérésine et de la paraffine. On connaît l'importance des premières au point de vue de leurs applications comme lubrifiants. Leur valeur marchande est différente suivant leur origine. Ici, il n'est pas possible d'avoir recours à des procédés chimiques pour déterminer leur nature, car ces huiles, de point d'ébullition élevé, subissent par la distillation une décomposition pyrogénée, de telle sorte que les méthodes physiques seules peuvent conduire à un résultat certain.

La détermination des huiles de graissage comprendra l'examen des constantes citées plus haut, avec en plus les caractères d'inflammabilité, de fluidité et de viscosité. L'auteur expose la méthode utilisée pour effectuer ces diverses recherches et il l'accompagne pour chaque constante des résultats obtenus pour des huiles de différentes origines : russes, mazout, pétrole galicien, huile roumaine, huiles américaines.

Pour déterminer les mélanges de cérésine et de paraffine, l'auteur a créé une méthode d'analyse très commode, permettant de se rendre un compte exact de la nature des produits qui sont sur le marché. Des tableaux sur les caractères distinctifs de ces produits et des vaselines artificielles sont joints à cette description.

L'ouvrage est terminé par un appendice sur la détermination et la distinction de l'huile minérale de l'insaponifiable dans les oléines. On sait que, dans un but de fraude, les oléines de saponification, de distillation

ou de suint sont souvent additionnées d'huiles minérales, d'un prix de revient moins élevé. En général, on se contente, pour la recherche de ces huiles, de déterminer la quantité d'insaponifiable. Comme le fait remarquer l'auteur, dans l'état actuel de la législation douanière, cette détermination peut entraîner de graves mécomptes. D'après le tarif des douanes, les huiles contenant 50 % au plus d'insaponifiable sont soumises au régime des huiles minérales. Il en résulte qu'une oléine de saponification ou de distillation, additionnée de 40 à 45 % d'huile minérale, serait admise au régime des graisses animales, tandis qu'une oléine de suint, contenant 52 à 53 % d'insaponifiable, serait considérée comme huile minérale. La détermination de l'insaponifiable n'est donc plus une constante suffisante. Il y avait une nouvelle technique à créer, afin de distinguer plus nettement les huiles de suint des oléines et de leurs mélanges avec les huiles minérales. M. Cherchelfsky a montré que l'on pouvait arriver nettement à ce résultat en déterminant la température de trouble de ces différents corps, à l'aide de deux solvants, l'acide acétique et l'aniline. Des tableaux indiquent ces températures dans chaque cas.

La détermination de la provenance et de la pureté des essences de térébenthine, complétée par de nombreux tableaux, termine cet appendice.

Les résultats pratiques que l'on trouve dans cet ouvrage, et qui accompagnent les descriptions analytiques, sont le fruit d'un labeur considérable. Jusqu'à présent, chaque chimiste suivait, d'une manière systématique, les méthodes d'analyse indiquées dans les différents traités. Mais ces méthodes trop générales sont incapables de conduire d'une façon rigoureuse au résultat précis, surtout lorsqu'on a affaire à des mélanges de plusieurs corps d'origine différente. M. Cherchelfsky montre qu'il est nécessaire, dans ces déterminations, d'avoir des points de repère bien nets, et les nombreux tableaux et courbes qui sont annexés à son livre permettront d'arriver aisément à ce résultat. Il faut lui savoir gré d'avoir bien voulu condenser dans un ouvrage le produit de tant d'efforts. Il a ainsi rendu un service inappréciable aux industriels qui utilisent les huiles minérales, en leur permettant d'avoir une méthode de contrôle tout à fait sûre. Les chimistes trouveront dans ce livre des renseignements précieux pour leurs analyses et le consulteront avec fruit.

Alph. Mailhe,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Toulouse.

3° Sciences naturelles

Metzger (Hélène). — **La genèse de la Science des Cristaux.** — *1 vol. in-8° de 248 p.* (*Prix : 5 fr. 50*). *Félix Alcan, éditeur, Paris*, 1918.

« Les cristallographes modernes considèrent à juste titre Haüy comme le fondateur de leur science; ils ignorent qu'avant lui les notions de cristallisation et de formes cristallines avaient donné lieu à de nombreux travaux qui d'ailleurs n'aboutirent à aucun résultat systématique et durable... Haüy a inauguré la « route royale », qui aboutit à une hauteur d'où la vue peut dominer l'ensemble des cristallisations; le terrain sur lequel il a tracé sa voie, et dont nous apercevons maintenant tous les accidents, était déjà défriché par une multitude de chercheurs qui, pour la plupart, finirent par se perdre dans des taillis inextricables après avoir contribué aux progrès de la science. Nous avons essayé de montrer que leur labeur, aujourd'hui oublié, ne fut pas vain. » Tel est, défini par l'auteur elle-même, le but de l'ouvrage que nous présentons au lecteur.

La première partie montre d'abord comment la Cristallographie s'est dégagée peu à peu de la Minéralogie, qui lui a donné naissance. L'origine de la science des cristaux doit être cherchée dans le grand courant de curiosité scientifique qui prit naissance vers le milieu du XVIIe siècle sous l'influence de la philosophie de Descartes. On en trouve la première trace dans la dissertation de Sténon sur « les corps solides contenus naturellement dans d'autres corps solides » (1669), qui eut d'ailleurs peu d'influence. De la Hire (1710) compare les cristaux à un empilement de lames planes, de Jussieu (1719) à un amoncellement de petits solides égaux et susceptibles de se superposer sans vides, images qui seront reprises plusieurs fois dans la suite, jusqu'à ce que la seconde l'emporte et donne naissance à l'hypothèse féconde des « particules cristallines ». Cappeller (1719) est le premier à étudier les cristaux en général au seul point de vue descriptif et il peut être considéré à juste titre comme le fondateur de la véritable science des cristaux. Mais, malgré l'œuvre de Bourguet, Barrère, Wallérius, etc., il faut attendre jusqu'à Romé de l'Isle pour voir la méthode positive s'introduire définitivement en Cristallographie avec la loi de l'invariabilité des angles dièdres (1772); il n'eut que le tort de vouloir lui donner une réciproque, qui est démentie par les faits et qui nuisit au succès de sa méthode. Enfin, quelques années plus tard (1783), Haüy devait dégager la science des cristaux de tous les problèmes annexes qui concouraient à en obscurcir les données et la faire entrer dans la phase mathématique en en faisant une science absolument formelle.

Parallèlement à cette évolution s'en dessine une autre qui a contribué à détacher la Cristallographie de l'étude des êtres vivants; l'exposé fait l'objet de la seconde partie de l'ouvrage. L'idée que les cristaux se reproduisent par germes existait déjà avant le XVIIIe siècle (Th. Sherley, 1672), mais elle a trouvé son expression complète dans l'œuvre de Tournefort : *L'Inorganique calqué sur le vivant* (1700-1702). Elle a été reprise par Buffon, qui a assimilé les particules cristallines aux molécules organiques et la génération spontanée à la cristallisation spontanée, et Lamétherie, renchérissant encore, a considéré la vie comme un cas particulier de la cristallisation universelle. Cette confusion des règnes de la Nature, courante pendant tout le XVIIIe siècle, cède devant la discussion géométrique de Romé de l'Isle, et désormais la Cristallographie poursuit ses destinées indépendamment de la Biologie.

Enfin, dans une troisième partie, l'auteur montre comment la Cristallographie, pour devenir purement descriptive, mathématique et formelle, a dû se détacher aussi peu à peu des sciences physiques. Dès l'origine de la science des cristaux, on a cherché à entrevoir le mécanisme de la cristallisation : De Mairan, dans sa *Dissertation sur la glace* (1716-1749), proclame la similitude de la congélation et de la cristallisation. L'étude des cristallisations salines, d'autre part, fit naître une théorie chimique de la cristallisation, que développeront successivement Lémery (1716), Petit (1722), Bourguet (1729) et surtout Rouelle (1744-1745), le premier qui ait mis en évidence l'existence de l'« eau de cristallisation ». Nicolas Leblanc (1787) fut le dernier, pour un temps, à se proposer de déterminer les conditions qui obligent une espèce donnée à prendre telle figuration plutôt que telle autre. C'est avec Romé de l'Isle et surtout Haüy que la Cristallographie délaissa les théories hypothétiques de la cristallisation qui recherchaient une liaison entre la formation ou la composition et la forme pour devenir uniquement géométrique et constructive.

Dans un chapitre de conclusion, l'auteur a cherché à mettre en lumière quelques idées générales se détachant de ce chapitre d'histoire de la science. Faute de méthodes propres, la Cristallographie, à l'origine, a vu son domaine livré aux doctrines philosophiques régnantes; tour à tour la philosophie mécanique (cartésienne), la philosophie corpusculaire et la philosophie expérimentale y ont fait sentir leur influence. L'histoire de la science des cristaux, comme l'histoire de toute la science, se rattache donc dans ses grandes lignes à l'histoire de l'humanité.

Dans un appendice, l'auteur a donné une liste de tous les ouvrages mentionnés au cours de son travail.

Louis Brunet.

Portier (Paul), *Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, Professeur à l'Institut Océanographique.* — **Les Symbiotes.** — *1 vol. in-18 de XV + 315 pages, avec 63 fig. dans le texte et une planche* (*Prix : 5 fr. 50*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris,* 1918 (*paru en* 1919).

L'ouvrage de M. Portier est un essai synthétique auquel l'auteur a été conduit en partant de recherches personnelles sur les larves d'Insectes xylophages.

Les chenilles « mineuses » de certains Microlépidoptères du genre *Nepticula*, qui creusent une galerie (où elles passent leur vie) dans l'épaisseur même des feuilles de Noisetier, vivent aux dépens des cellules de l'hôte, qu'elles broient et digèrent complètement. Or ces larves sont aseptiques : aucun organisme étranger n'aide à cette digestion.

Chez les *Gracilaria*, qui vivent sur les feuilles de Lilas, la larve, tout d'abord mineuse, est également tout d'abord aseptique; mais dès qu'elle sort de la galerie, on voit son intestin se peupler de microorganismes dont l'action digestive sur la cellulose se combine au broyage mécanique — comme dans la panse des Ruminants — pour amener les amas cellulosiques à l'état soluble.

Les larves vraiment xylophages de certains Coléoptères ou Lépidoptères (*Nonagria*) se nourrissent exclusivement du bois des arbres, substance réfractaire aux sucs digestifs de l'insecte. Or ici se révèle toujours, dans l'intestin de l'animal, la présence de microorganismes qui digèrent la pâte de bois, se multiplient à ses dépens et finalement sont eux-mêmes digérés par la larve, dont ils constituent toute la nourriture. Le microorganisme, d'abord digérant puis digéré, est donc l'intermédiaire *nécessaire à la larve* pour que celle-ci puisse se nourrir de substance ligneuse : sans cette association avec lui, sans cette *symbiose*, l'insecte ne pourrait vivre. Ce microorganisme, l'auteur le retrouve dans le sang, où il est phagocyté, et aussi dans les cellules épithéliales de l'intestin où il disparaît par digestion intracellulaire, assurant ainsi la nourriture de l'insecte.

Mais il y a plus, et c'est ici un point fondamental. Certains microorganismes échappent à cette destruction et vont s'enkyster dans les tissus. On en retrouve dans l'œuf, ce qui assure à la jeune larve future son approvisionnement en microorganismes symbiotiques. On en retrouve dans le tissu graisseux annexé aux organes génitaux : chez *tous* les individus de *toutes* les espèces xylophages examinées par lui, M. Portier a constaté que les cellules adipeuses sont littéralement bourrées de microorganismes.

***

Frappé de cette universelle contamination du tissu adipeux des organes génitaux des Insectes, l'auteur a été conduit à la rechercher chez les Vertébrés, et il croit l'avoir retrouvée dans toute la série et jusque chez les Mammifères. Il dénomme « symbiotes » ces microorganismes, et il essaie de grouper un grand nombre de faits recueillis, par d'autres et par lui, dans tous les domaines biologiques, pour en édifier une vaste synthèse dont son livre est l'exposé.

La symbiose des animaux et des végétaux supérieurs avec des microorganismes « symbiotes » serait une loi générale.

Ces symbiotes auraient pour fonction essentielle l'édification des réserves, le symbiote étant, par nature, un organe de synthèse.

Obligés par leur fonctionnement même à des bipartitions répétées, les symbiotes s'épuiseraient rapidement et seraient remplacés par de nouveaux symbiotes pénétrant avec les aliments.

Si les symbiotes font défaut dans la nourriture, l'animal présente bientôt les troubles connus sous le nom de phénomènes de carence : les accidents observés ne seraient pas dus, comme il a été dit jusqu'ici, à l'absence de substances particulières (d'ailleurs hypothétiques) dénommées vitamines, mais seraient dus à l'absence de symbiotes.

Enfin le rôle des symbiotes se ferait sentir même dans les phénomènes de fécondation, de parthénogénèse et d'hérédité, ainsi que dans certains faits de pathologie et d'immunité.

On voit comment, parti d'observations judicieuses recueillies patiemment sur des larves d'Insectes, l'auteur s'est élevé jusqu'à projeter une vue d'ensemble sur un grand nombre de faits, en apparence très disparates, relevés dans tous les cantons de la Biologie.

***

M. Portier est allé plus loin encore, et, poussant une pointe hardie — trop hardie — sur le terrain dangereux de l'hypothèse, il assimile catégoriquement les mitochondries à des symbiotes. On sait que les mitochondries sont de petits organites de la cellule, inclus dans le cytoplasme, pourvus d'une individualité propre, se multipliant par bipartition et jouant un rôle important dans la nutrition et spécialement dans l'élaboration des réserves : les leucites ou plastes des végétaux ne sont que des mitochondries évoluées. Or l'auteur est visiblement frappé par certaines ressemblances morphologiques et physiologiques que présentent les mitochondries avec les Bactéries, et pour lui les mitochondries sont bel et bien des bactéries symbiotes, adaptées depuis d'innombrables générations à la vie intracellulaire et d'où il est difficile (peut-être même impossible dans de nombreux cas) de les tirer pour les faire vivre d'une vie indépendante.

Ces mitochondries-bactéries-symbiotes, peut-on espérer les extraire de leur hôte, les isoler et les cultiver *in vitro?* L'auteur estime y avoir réussi dans maintes circonstances, mais il y faut des conditions encore mal connues et qui ne semblent pas toujours réalisables. D'ailleurs, remarque M. Portier, on cultive déjà depuis longtemps des mitochondries, à savoir les bacilles des nodosités des Légumineuses [car, pour l'auteur, les bactéries symbiotiques des racines de Légumineuses sont de véritables mitochondries, mélangées aux mitochondries normales (?)].

***

Il est à peine besoin de dire que le livre de M. Portier, dont nous n'avons pu donner ici qu'une idée très imparfaite, a été l'objet de critiques. Sa théorie heurte de front trop de notions aujourd'hui bien établies et même classiques, pour n'avoir pas rencontré d'ardents contradicteurs.

M. Portier est avant tout un physiologiste : c'est en physiologiste qu'il observe et opère, non en bactériologiste ni en morphologiste. Et précisément les bactériologistes sont en droit de demander de plus grandes précisions au sujet de la technique employée. Ce microorganisme que l'auteur isole de la graisse des organes génitaux dans toute la série des Vertébrés, c'est « une bactérie qui se présente toujours avec les mêmes caractères morphologiques et physiologiques » (page 19) et cette bactérie n'est pas sans présenter d'inquiétantes affinités avec le *Bacillus subtilis*. Nous dirons même ici que la démonstration de l'existence intracellulaire du symbiote des chenilles de *Nonagria* (page 16) nous paraît, pour être absolument convaincante[1], exiger encore quelques précisions d'ordre bactériologique ou morphologique.

Ce n'est pas seulement en physiologiste que M. Portier travaille, c'est en philosophe. Il a essentiellement l'esprit synthétique ; dans les rapports entre les choses, il voit les liens qui rattachent, plutôt que les dissemblances qui éloignent. Son livre — prématuré peut-être et que des circonstances spéciales l'ont obligé de

1. Ajoutons toutefois que le livre dont nous rendons compte ici est un exposé de doctrine et non un mémoire scientifique où devraient être relatés tous les détails de l'expérimentation.

publier un peu hâtivement — est un essai hardi de synthèse et, en somme, un véritable corps de doctrine, qui s'étend sur presque tous les domaines de la Biologie.

Il faut bien dire aussi que le problème abordé est trop haut, trop vaste et trop complexe pour avoir pu être résolu en quelques années, par le labeur d'un seul homme, ne disposant que de moyens matériels assez restreints. En réalité on doit savoir gré à M. Portier d'avoir eu le courage de poser ce problème et d'avoir soulevé, dans toute son ampleur, cette intéressante question de Biologie générale que constitue l'existence, encore hypothétique, de « symbiotes ». L'effort qu'il a donné en groupant tant de faits disparates et en leur cherchant une commune explication, est un effort qui ne sera pas perdu. Même reconnue inexacte sous la forme absolue que son auteur lui a donnée, et malgré que discutable dans bien des détails, cette « théorie des symbiotes » constitue un véritable cadre de travail ou, si l'on veut, une excellente « directive » pour les recherches. Il n'est pas douteux que les biologistes de tous ordres pourront tirer profit du livre de M. Portier, qu'ils y trouveront de suggestifs rapprochements et d'ingénieux aperçus, et que, même si la doctrine doit plus tard sombrer corps et biens, elle n'en aura pas moins joué un rôle utile : ce ne sera pas la première fois, dans l'histoire de la science, qu'une théorie inexacte aura pu se montrer féconde.

L. Matruchot,
Professeur de Botanique cryptogamique
à la Faculté des Sciences de Paris.

4° Sciences médicales

Porot (A.), *Ancien chef de Clinique à la Faculté de Médecine de Lyon, et* **Hensard** (A.), *Médecin de 1re classe de la Marine.* — **Psychiatrie de guerre.** *Préface de M. le Médecin Inspecteur* Simonin. — *1 vol. in-16 de 315 pages (Prix : 6 fr. 60). Librairie Félix Alcan, Paris*, 1919.

Cette étude a été écrite avec la volonté arrêtée de présenter une description objective des faits observés et de leur évolution, en écartant les longues discussions nosographiques, et les interminables dissertations de doctrine, qui ont trop souvent altéré le véritable aspect de la pathologie mentale. Aussi y trouvera-t-on un exposé coordonné et vivant de la séméiologie des troubles psychiques de guerre. Une première partie est consacrée à l'analyse des divers facteurs étiologiques, et particulièrement de ceux qui sont propres à la guerre (émotions des individus à l'occasion de la transplantation de la vie civile à la vie des camps ; déracinement familial ; idée collective et permanente du danger mortel ; visions de champ de bataille, scènes d'horreur, — surmenage neuromusculaire et psychosensoriel, hygiène défectueuse, blessures diverses, commotions nerveuses). Une deuxième partie présente une description, que la présence de nombreuses observations, concises et vivantes, rend particulièrement attachante, des nombreux syndromes et états psychopathiques de guerre ; un important et intéressant chapitre est réservé aux psychoses infectieuses qui se sont développées à la suite de paludisme, de typhus exanthématique, de fièvre récurrente et de dysenterie, chez des sujets ayant appartenu à l'armée d'Orient. — Les auteurs ont eu entre les mains un matériel considérable de faits et d'observations, matériel dont l'intérêt tient en partie à ce que, dans les centres neuropsychiatriques où ils ont travaillé, se trouvaient rassemblés des éléments à constitution mentale très différente : algériens, israélites algériens, créoles, serbes, indigènes musulmans, noirs et sénégalais. Il y a là un important chapitre de psychiatrie comparée, où se trouvent décrites les différences de prédispositions et de réactions que présentent ces diverses populations.

Enfin les auteurs abordent l'étude de l'assistance psychiatrique chez les militaires en temps de guerre, et insistent avec force et raison, à la suite de Régis, sur la nécessité de considérer la plupart des psychopathes de guerre comme des malades à traiter, et non comme des aliénés à interner ; dans la grande majorité des cas, il s'agit d'états transitoires et qui sont curables, surtout si une thérapeutique psychiatrique vigilante et active leur est appliquée dès l'origine.

Un important index bibliographique termine cet ouvrage, qui résume d'une façon très heureuse les aspects nouveaux que la guerre a donnés à la pathologie mentale.

Henri Laugier.

5° Sciences diverses

De Launay (L.), *Membre de l'Institut.* — **Problèmes économiques d'après guerre.** — *1 vol. in-16 de 319 p. (Prix : 3 fr. 50). Librairie A. Colin, éditeur, Paris*, 1919.

M. de Launay n'est point de ces savants qui s'enferment dans la tour d'ivoire de leur spécialisation ; voici qu'il revient encore au grand problème de la reconstitution économique de notre pays. Après avoir étudié les questions franco-allemandes concernant la guerre et l'après guerre, et particulièrement les questions minières, après nous avoir entretenus des « qualités à acquérir » pour « gagner la paix », l'auteur examine successivement les problèmes économiques qui se posent dans l'après-guerre : l'organisation industrielle, le ravitaillement en matières premières, les transports, la main-d'œuvre et les forces naturelles. Qu'il serait heureux pour notre pays si nos hommes politiques voulaient s'inspirer des suggestions et des conseils que renferme l'ouvrage, et comme nous reprendrions beaucoup plus vite notre place, celle que devrait imposer notre victoire, dans le champ de la lutte économique qui commence et qui va succéder, non moins vive, à la lutte militaire ! Que nos producteurs au moins s'inspirent des principes exposés par l'auteur sur l'organisation industrielle et sur la main-d'œuvre, et s'appliquent à réaliser toutes les économies nécessaires pour compenser les augmentations de salaires et la réduction de la journée de travail, si nous voulons, comme nous le devons, « nous tourner résolument vers l'exportation et servir les autres avant de nous servir nous-mêmes ». Tout retard dans cette voie est grandement préjudiciable, et l'auteur est bien inspiré de nous rappeler ce mot d'un ministre anglais : « le pays qui pourra commencer à produire le premier prendra sur les autres un avantage énorme ». Pour produire, il faut des matières premières et du matériel pour les transporter ; le commerce et le ravitaillement sont avant tout fonction des transports, et chacun sait comme la guerre nous a éprouvés à cet égard. De même, si nous voulons « exploiter » nos colonies, encore accrues, améliorer notre change en leur demandant les matières premières qu'elles sont capables de nous fournir et que nous achetions par milliards à l'étranger, dans l'avant-guerre, c'est là encore une question de transport à résoudre. M. de Launay nous rappelle tout cela avec le programme à suivre ; les économistes lui seront reconnaissants de leur prêter l'appui de son nom et de sa science.

Pierre Clerget.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Juillet 1919

1° Sciences physiques. — M. **J. Boussinesq** : *Existence d'une relation approchée, signalée par M. Carvallo dans le quartz, entre les deux pouvoirs rotatoire (ordinaire) et dispersif.* L'auteur a déjà donné une deuxième approximation de la théorie de la polarisation rotatoire ordinaire où se trouve mise en vue une relation empirique, signalée par M. Carvallo dans le quartz, entre les deux pouvoirs rotatoire et dispersif, savoir la proportionnalité approchée du pouvoir rotatoire à l'expression k^2 (N^2 — const.) pour les diverses radiations simples, à périodes vibratoires $2\pi/k$ et à indices de réfraction N. Il complète cette théorie, tout en la simplifiant, et sans négliger les termes de troisième approximation. — M. **M. de Broglie** : *Sur les spectres de rayons X des éléments.* La théorie développée par Sommerfeld rattache les différences de fréquence de certaines raies des spectres de rayons X à un intervalle fondamental de fréquence $\Delta\nu_{II} = 0,3645$. La mesure du spectre K du rhodium a permis à l'auteur de retrouver un intervalle à peu près identique, égal à 0,369. L'auteur a d'autre part mesuré les longueurs d'onde des bandes L_1 et L_2 du spectre d'absorption du radium; elles se placent à l'endroit qui convient au nombre atomique 88 attribué à cet élément. — MM. **J. Hebert-Stevens** et **A. Larigaldie** : *Radiotélégraphie par rayonnement infra-rouge.* Les auteurs ont réalisé une t. s. f. par radiations obscures. La source d'émission consistait en un projecteur à arc ou à lampe électrique, dont le flux lumineux visible était absorbé par un écran-filtre : verre noir à l'oxyde de Mn, gélatine ou cellophane colorée. Au poste récepteur, un miroir captait le faisceau émis et portait à son foyer un détecteur formé par un couple thermo-électrique. Les auteurs ont ainsi obtenu des enregistrements de radiation infra-rouges à des distances pouvant atteindre plus de 20 km. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** : *Sur la formation catalytique des chlorures forméniques à partir des alcools primaires.* En dirigeant sur une trainée d'alumine maintenue à 370°-450° un courant de gaz HCl en même temps que des vapeurs d'alcool primaire (à partir de l'alcool propylique), les auteurs ont obtenu dans tous les cas, à côté d'une certaine dose de carbure éthylénique issu de la déshydratation de l'alcool, le chlorure primaire forménique, associé à des proportions plus ou moins importantes de chlorures isomères secondaires et tertiaires. — MM. **V. Grignard** et **G. Rivat** : *Sur des composés d'addition des acides halogénés à l'acide diphénylarsinique.* En faisant agir sur l'acide diphénylarsinique HCl plus ou moins concentré, les auteurs ont obtenu deux dérivés différents : $[(C^6H^5)^2AsO.OH]^2.HCl$, F. 111°-111,5 et $(C^6H^5)^2AsO.OH.HCl$, F. 134°. HBr donne des composés analogues. — MM. **R. Levaillant** et **L. J. Simon** : *Action de la chlorhydrine sulfurique sur le sulfate acide de méthyle.* L'action de ces deux corps conduit à une réaction complexe, fournissant un mélange d'acide sulfurique, de ses éthers méthyliques acide et neutre, de chlorhydrine sulfurique, et de chloro-sulfonate de méthyle. Le rendement en ce dernier corps est environ la moitié du rendement théorique. Le chlorosulfonate de méthyle pur est un liquide incolore, Eb. 134°-134°,5, très violemment lacrymogène. — M. **S. Posternak** : *Sur la synthèse de l'éther hexaphosphorique de l'inosite et son identité avec le principe phospho-organique de réserve des plantes vertes.* L'auteur a préparé artificiellement l'éther hexaphosphorique de l'inosite en employant comme déshydratant l'anhydride phosphorique. Le produit obtenu donne un sel saturé de soude $C^6H^{12}O^{27}P^6Na^{12}$, identique à celui que l'on prépare avec la phytine naturelle. Il cristallise dans le système monoclinique.

2° Sciences naturelles. — MM. **A Gautier** et **P. Clausmann** : *Action des fluorures sur la végétation. B. Cultures en champ d'expériences.* Le blé, l'avoine, la carotte, la fève, le chou, les pois, le pavot, la pomme de terre, le chanvre lui-même (en pots) sont favorisés, toutes choses restant d'ailleurs égales, par l'addition au sol arable des fluorures et particulièrement du fluorure de calcium en poudre amorphe à la dose de 5 kg. Le seigle, l'orge, le sarrazin, le haricot, la moutarde paraissent insensibles ou peu sensibles à cet engrais. La betterave, le navet, l'oignon sont contrariés par les fluorures. Ces cultures ont été faites en plein champ sur une terre argilo-sablonneuse pauvre, n'ayant reçu aucun autre engrais. — M. **P. Thiéry** : *Sur les écailles ou nappes de charriage de la région d'Alais (Gard).* Contrairement à l'opinion reçue, il n'existe pas dans les gisements de St-Brès et de la Voulte une faune particulière comprenant un certain nombre d'espèces qui, apparues dès le Bathonien, auraient persisté jusqu'à l'Argovien : il y a simplement un mélange de fossiles, et ceux-ci doivent être rangés dans les terrains où on les rencontre normalement. — M. **L. Gentil** : *Sur la genèse des formes de terrain appelées* rideaux *en pays crayeux.* On désigne sous le nom de *rideaux* des ressauts de terrain formant des talus plus ou moins étendus sur les pentes régulières des versants, dans les paysages de craie. L'auteur les attribue à l'action de la pluie qui, en délayant l'argile à silex qui recouvre la craie, lui a donné une certaine plasticité et lui a permis de glisser, de *couler* sous l'action de son propre poids.

Séance du 28 Juillet 1919

1° Sciences physiques. — MM. **G. Reboul** et **L. Dunoyer** : *Sur l'utilisation des températures pour la prévision des variations barométriques.* Les auteurs énoncent les règles suivantes : 1° Les régions où la température est en hausse sont menacées par la baisse barométrique ; 2° Les régions où la température est en baisse sont menacées par la hausse barométrique. Ces règles ne sont pratiquement applicables en Europe que pendant les mois d'hiver et sur les régions de latitude supérieure à 45°. — MM. **H. Abraham** et **Eug. Bloch** : *Galvanomètres inscripteurs à fer mobile.* Un aimant est muni de pièces polaires portant des bobinages en fil de cuivre et entre lesquelles on place une pièce de fer doux mobile sur pivots, dont les déplacements sont transmis à une plume qui inscrit sur papier enfumé. L'armature est aimantée par le champ permanent de l'aimant ; mais on équilibre toutes les forces provenant de ce champ, afin de rendre indépendants l'un de l'autre le couple moteur et le couple résistant, en disposant l'armature de manière que son aimantation soit symétrique par rapport à l'axe de rotation ou à un plan passant par cet axe. Le couple moteur est créé par les bobines polaires, parcourues par le courant variable que l'on veut inscrire. — M. **E. Brylinski** : *Sur la réaction d'induit des alternateurs.* Sauf dans des cas très particuliers, par exemple si l'angle ψ venait à être très petit ou voisin d'un droit, il est inutile de tenir compte de l'hystérésis dans la réaction d'induit des alternateurs autrement que par une majoration fictive de la résistance déterminée d'après l'énergie dissipée. Il pourrait en être autrement si l'on venait, dans des buts spéciaux, à construire des alternateurs dont une fraction importante de la puissance serait transformée en chaleur par hystérésis. — M. **E. Poirson** : *Sur un procédé de téléphonie secrète.* Lorsqu'on inverse périodiquement, au moyen d'un commutateur tournant, un courant téléphonique issu d'un transformateur téléphonique, on produit une modification de sa composition harmonique qui rend la parole tout à fait inintelligible. Ce courant téléphonique

inversé peut être redressé, à l'aide d'un commutateur identique, et le courant reconstitué reproduit la parole nettement et sans altération. Sur ces principes, on peut réaliser la téléphonie secrète entre deux postes, dans les deux sens, la conversation étant inintelligible tout le long de la ligne de transmission. — M. **J. Lavaux** : *Phénomènes de luminescence électrolytique présentés par certaines anodes métalliques.* L'auteur a découvert des phénomènes lumineux, corrélatifs d'un état de polarisation anodique intense, que présentent dans certaines conditions d'électrolyse divers métaux : Al, Mg, Zn, capables de donner, avec l'anion de l'électrolyte, des sels insolubles, adhérents et doués de résistivité. Ces phénomènes consistent soit en une phosphorescence, soit en un étincellement. — MM. **R. de Forcrand** et **F. Taboury** : *Sur la stabilité des sulfones formées par les iodures de sodium, de rubidium et de césium.* Les auteurs ont mesuré les tensions de dissociation des sulfones à 3 SO^2 qu'ils ont précédemment obtenues (voir p. 457). Les températures de dissociation sont d'autant plus élevées que le poids moléculaire de l'iodure est plus grand. La chaleur de formation, par contre, et la stabilité, par conséquent, vont en diminuant de Na à Cs ; cela tient à ce que les valeurs de Q/T ne sont pas tout à fait constantes. — MM. **H. Colin** et **O. Liévin** : *Sur l'oxydation spontanée des complexes organiques du cobalt.* On peut distinguer deux cas bien différents suivant que la quantité d'oxygène fixée est finie ou dépasse toute limite. L'acide lactique et la glycérine forment avec le cobalt des composés du premier type : les solutions absorbent au plus 1 at. d'O pour 1 at. de Co. La mannite, l'érythrite, le glucose, l'acide tartrique appartiennent au second type ; avec eux, la proportion d'oxygène fixé croît indéfiniment. La vitesse d'absorption augmente avec la concentration en soude jusqu'à un maximum. — M. **J. Martinet** : *Sur les indirubines.* On prépare très facilement les indirubines en projetant dans une solution acétique d'isatine chauffée au b. m. la fondue technique de phénylglycine ; la solution se colore en violet et en 5 minutes on obtient un feutrage de fines aiguilles d'indirubine substituée. Ces colorants donnent, avec les hydrosulfites en milieu alcalin, des cuves jaune pâle qui teignent facilement la laine et la soie, mais qui ont peu d'affinité pour le coton.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Blaringhem** : *Variations florales chez la Grande Marguerite* (Leucanthemum vulgare). Dans des conditions très favorables au développement végétatif, une même colonie de ces plantes a montré, dans les premières années de son extension, des variations marquées dans les caractères utilisés pour la classification des espèces et sous-genres (ornementation des akènes), dans les caractères qui permettent de sérier les espèces élémentaires et les formes locales (lobes et contour des feuilles), dans les caractères qui sont fixés pour certaines variétés horticoles (duplicature par multiplication des ligules, métamorphose de fleur ligulée en fleur tubuleuse), le tout accompagné d'anomalies graves (fascies et enroulement hélicoïde des tiges) chez quelques rares individus. — Mme **E. Bloch** : *Modifications anatomiques des racines par action mécanique.* Il est possible de reproduire par l'expérience (compression mécanique) non seulement les structures dissymétriques observées dans la nature sur certains végétaux, mais encore les modifications anatomiques résultant dans certains cas de l'influence du milieu (culture en terrain pierreux). — M. **A. Paillot** : *Cytologie du sang des chenilles de Macrolépidoptères.* L'auteur a trouvé dans le sang de ces chenilles, outre les proleucocytes et les phagocytes de Hollande, des éléments à petit noyau, à protoplasme peu basophile et souvent vacuolaire, seuls doués d'une façon constante du pouvoir d'englober les microbes (*micronucléocytes*), puis des éléments à gros noyau et protoplasme peu basophile (*grands macronucléocytes*), enfin des oenocytes et des cellules sphéruleuses. — MM. **A. Laveran** et **G. Franchini** : *Sur quelques Flagellés d'Insectes obtenus en culture pure et en particulier sur le Crithidia melophagi.* Les auteurs ont réussi à obtenir des cultures pures du *Crithidia melophagi*, provenant du mélophage du mouton. Dans ces cultures, on observe : de petites formes sphériques, des formes moyennes et grandes du type *Crithidia* et du type *Herpetomonas*, et des kystes. Le *C. melophagi* peut exercer une action pathogène sur la souris. — M. **H. Bierry** : *Ration d'entretien. Besoin minimum de sucre et besoin minimum de graisse.* Les accidents du métabolisme ne sont éliminés que si les albumines, les sucres et les graisses de la ration se trouvent dans un rapport déterminé. Il existe un minimum de sucre et un minimum de graisse, comme un minimum d'albumine ; ou plutôt il existe des minima de sucre et des minima de graisse variant avec la structure moléculaire et la fonction chimique des aliments qui composent la ration.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 22 Juillet 1919

MM. **A. Broca** et **Garsaux** : *Note préliminaire sur l'étude des effets de la force centrifuge sur l'organisme.* Les auteurs ont soumis des chiens de 10 à 13 kgr. pendant 5 minutes à l'action de forces centrifuges égales à 20, 30, 40 et 98 fois la pesanteur (à la périphérie). La mort n'est survenue que dans la dernière expérience. Dans une expérience d'environ 2 minutes à 80 fois la pesanteur, l'animal s'est parfaitement remis. Les phénomènes de compression nerveuse sont très nets : mouvements en baril provenant de la compression du pédoncule cérébelleux, phénomènes d'épilepsie corticale. L'autopsie du cas de mort a montré que la mort est survenue par anémie du cerveau, des poumons et du muscle cardiaque, peut-être aidée par une compression du plexus solaire. Les auteurs concluent que le danger de mort par centrifugation de l'homme (en aviation) est minime, au moins pour les organismes intacts. — M. **M. Letulle** présente un Rapport sur un mémoire du Dr **O. Peyret** concernant *l'auscultation focale.* L'auteur nomme *foyers* les points où les ondes sonores provoquées par percussion digitale immédiate sur une boîte viennent se réunir après s'être réfléchis sur une surface courbe. Il montre que les cavités du corps humain, thoracique, cranienne, abdominale, sont soumises, au point de vue acoustique, aux mêmes lois qu'une boîte. Il y existe des foyers, faciles à trouver expérimentalement ou par le raisonnement géométrique. L'auteur donne à l'auscultation pratiquée à leur niveau le nom d'auscultation focale. Celle-ci est pour l'auteur un moyen d'une sûreté incomparable pour déceler la tuberculose au début.

Séance du 29 Juillet 1919

M. **Desgrez** est élu membre titulaire dans la Section de Physique et Chimie médicales.

M. **Paul Bouchet** : *Traitement préventif et curatif du shock traumatique par la sérothérapie.* L'auteur a remarqué l'atténuation et la disparition des phénomènes du shock traumatique chez des blessés ayant reçu une injection de sérum polyvalent de Leclainche et Vallée, seule ou accompagnée d'une injection de sérum antitétanique. Dans 75 cas où il a pratiqué ces injections sur des blessés au poste de secours, il n'est pas apparu de shock traumatique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Juillet 1919

M. **R. Hovasse** : *Phénomènes de maturation de l'œuf chez la Rana Fusca.* La maturation de l'œuf de la grenouille rousse montre, réalisée avec une grande netteté, la série des phases nucléaires que Grégoire (1910) considère comme générales. Les particularités sont l'existence d'un sinapsis portant sur tout le spirème et d'une dissociation dicentrique des dyades à la première émission polaire. — M. **Et. Maigre** : *Action du bleu et de*

l'azur de méthylène sur les cellules nerveuses médullaires. Ils sont capables de s'opposer dans une certaine mesure à la mise en état d'hyperexcitabilité des neurones centraux que provoquent la strychnine et la toxine tétanique. — M. **E. Zaepffel** : *Sur les séries de Fibonacci.* Les variations observées soit dans le nombre des ligules chez le Chrysanthème, soit dans la divergence chez l'Adonis, s'expliquent simplement par l'hypothèse suivante : Certains éléments peuvent, dans des conditions qui restent à préciser, doubler, tripler même, mais avec cette restriction que les éléments de formation récente ne peuvent pas ordinairement participer à ce dédoublement. — Mme **Z. Gruzewska** et M. **H. Bierry** : *Teneur en substances hydrocarbonées du foie et du muscle prélevés immédiatement après la mort.* Chez l'homéotherme normal, on trouve toujours dans le foie, à côté du glycogène, une quantité relativement élevée de substances hydrocarbonées, qui doit être rapportée principalement à la présence de *d*-glucose libre; ces substances sont en quantité beaucoup plus faible dans le muscle. — M. **J. Dufrénoy** : *Mycoses momifiantes de chenilles processionnaires des pins d'Arcachon.* Le *Spicaria farinosa* et le *Beauveria globulifera* momifient les chenilles de *Cnethocampa pityocampa.* Le *B. globulifera* permet la momification expérimentale des chenilles processionnaires et des hannetons. Les spores, d'abord ovales et isolées, se groupent en sympodes sur des phialides en glomérules. — MM. **J. Cantacuzène** et **A. Marie** : *Action activante de la muqueuse intestinale sur les propriétés pathogènes du vibrion cholérique.* Un extrait aqueux d'intestin grêle de cobaye, inoffensif par lui-même, et mélangé à une dose non mortelle de vibrion cholérique, inoculé dans le péritoine d'un cobaye neuf, détermine en un petit nombre d'heures un choléra aigu. — MM. **d'Oelsnitz** et **L. Cornil** : *Application de l'oscillomètre à l'étude clinique de l'hémisyndrome sympathique cervical.* Les auteurs montrent que dans l'hémisyndrome sympathique cervical paralytique il y a extension des troubles vasomoteurs au membre supérieur du côté atteint. Leur étude, poursuivie au moyen de l'oscillomètre Pachon; leur a permis, de plus, de préciser la nature irritative ou paralytique du syndrome sympathique en mettant en œuvre divers procédés : épreuves thermiques (bain chaud et froid), épreuves mécaniques (mobilisation active), épreuve de la bande d'Esmarch, épreuve de la pression oculaire. — M. **R. Argaud** : *Sur l'endoplèvre.* La plèvre est formée de deux tuniques : 1° une tunique interne (*endoplèvre*), bordée en dehors par une membrane épaisse et continue (*limitante*); 2° une tunique externe (*tissu sous-pleural*), rattachant l'endoplèvre au parenchyme pulmonaire. L'épithélium endopleural, stratifié par place, est généralement pavimenteux simple, revêtu d'une bordure en brosse. L'endoplèvre et le tissu sous-pleural sont infiltrés de ganglions lymphatiques minuscules.

Séance du 26 Juillet 1919

Mme **A. Drzewina** et M. **G. Bohn** : *Réactions aux variations d'éclairement d'un poisson* (Trigla corax *Rond.*) *et de son parasite* (Nerocila affinis *M. Ewd.*). Les réactions de ces deux animaux, très sensibles aux variations d'éclairement, sont limitées à une paire d'appendices: les Trigles répondent à une obscuration par étalement de leurs nageoires pectorales, les *Nerocila* par l'écartement des crochets de la 3e paire thoracique. — MM. **E. Le Moignic** et **A. Sezary** : *Lésions pulmonaires consécutives aux injections intra-veineuses d'huiles végétales.* Des injections intra-veineuses uniques ou rarement répétées d'une dose d'huile d'olive variant de 0,03 à 0,02 cm³ par kilogramme d'animal, ne déterminent que des altérations légères du poumon. Des injections répétées 15 à 30 fois provoquent une sclérose interstitielle diffuse, enserrant les alvéoles, diminuant notablement le champ de l'hématose. L'incorporation à l'huile de substances médicamenteuses produit des lésions graves de bronchopneumonie nécrotique. L'huile camphrée seule est bien tolérée expérimentalement. — MM. **E. Le Moignic** et **Norero** : *Recherches sur la distribution des huiles injectées dans la trachée.* On injecte à un gros chien par piqûre de la trachée de petites quantités d'huile colorée par des substances peu ou non diffusibles. Autopsie après 24 heures. L'huile ne se répartit pas en définitive dans tout le parenchyme pulmonaire; elle se rend surtout à des lobules des parties inférieures du poumon; il est rare qu'elle se distribue abondamment au lobe supérieur. — MM. **A. Frouin** et **A. Moussali** : *Action des sels de terres rares sur les bacilles dysentériques.* Le sulfate de thorium possède un pouvoir bactéricide très net sur les bacilles dysentériques; le sulfate de lanthane exerce une action bactéricide et antiseptique moins forte que les sulfates d'erbium et d'yttrium, mais une action antitoxique ou antivirulente plus grande que celle de ces deux derniers vis-à-vis des mêmes bacilles. Le traitement des émulsions microbiennes par le sulfate de thorium ou le sulfate de lanthane les rend moins virulentes et permet une immunisation plus rapide des animaux. — MM. **J. Cantacuzène** et **A. Marie** : *Sur l'apparition précoce de sensibilisatrice spécifique dans l'intestin grêle des cholériques.* La sensibilisatrice apparaît dans l'intestin grêle dès les premières heures qui suivent l'imprégnation de l'organisme par l'antigène cholérique; ce pouvoir sensibilisateur est très énergique d'emblée. A ce même moment, la sensibilisatrice n'existe pas dans le sang ou n'y existe que sous forme de traces. — M. **L. G. Seurat** : *Considérations sur la géonémie des Nématodes.* La géonémie des Nématodes parasites vient à l'appui de l'opinion déjà émise de leur adaptation récente à la vie parasitaire, leur dispersion ayant eu lieu à l'époque des migrations des Mammifères. Les Nématodes des Vertébrés les plus primitifs appartiennent d'ailleurs à des types qui ne sont pas plus spécialisés que les parasites des Vertébrés les plus récents. — M. **Cl. Gautier** : *Recherches physiologiques et parasitologiques sur les Lépidoptères nuisibles. Parthénogénèse chez l'*Apanteles glomeratus *Linné.* Chez cet Hyménoptère Braconide, la femelle est capable de pondre parthénogénétiquement. Il ne s'agit pas dans cette espèce d'un mode physiologique cyclique, des mâles et des femelles existant toujours simultanément dans la nature, mais d'un phénomène accidentel, qui peut d'ailleurs avoir une haute importance au cas où la femelle ne recontre pas de mâle. Le nombre des œufs pondus parthénogénétiquement est élevé. — M. **P.-L. Violle** : *Sur un procédé nouveau d'appréciation des fonctions rénales : épreuve de la synthèse hippurique.* Lorsque le parenchyme rénal est lésé, comme au cours d'une néphrite, le pouvoir synthétique du rein diminue, et la quantité d'acide hippurique sécrété, normale ou expérimentale (après ingestion d'acide benzoïque et de glycocolle), est d'autant plus faible que le rein est plus touché. Les eaux diurétiques déterminent une augmentation de la synthèse. — M. M. **Kollmann** : *Quelques remarques sur la mue et la kératinisation chez les Ophidiens.* L'évolution du tégument des serpents peut être reconstituée de la façon suivante: l'épiderme se compose d'une couche de Malpighi, d'une couche épaisse non encore kératinisée où les cellules commencent à dégénérer, et d'une mince couche cornée. Avant que la mue ne se produise, une nouvelle couche cornée prend naissance dans la profondeur, à la limite supérieure du corps de Malpighi. Quand elle est constituée, l'exuvie est rejetée. Ce phénomène est donc bien différent de la desquamation en détail qui est la règle chez les Vertébrés en général.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 11 Juillet 1919

MM. **C. Marie**, **R. Marquis** et **Birckenstock** sont arrivés à transformer électrolytiquement l'acide phénylacétique en alcool phényléthylique, que l'on isole des produits de la réaction à l'état de phénylacétate de phényléthyle. C'est le premier exemple de réduction d'un carboxyle attaché à une chaîne grasse. Les rendements sont malheureusement fort mauvais. —

MM. **M. Sommelet** et **L. Ferrand** : *Action de l'acide formique sur l'hexaméthylène-tétramine.* Les auteurs ont reconnu que l'hexaméthylène-tétramine se dissout avec échauffement dans l'acide formique concentré en donnant une combinaison peu stable qu'on peut isoler par évaporation à froid de l'acide formique excédant, mais qui se dissocie complètement par séjour prolongé dans le vide sur KOH. Si on chauffe la solution formique de la base, on observe un dégagement d'anhydride carbonique provenant de la décomposition de l'acide formique dont l'hydrogène se fixe en même temps sur l'hexaméthylène-tétramine. Celle-ci se transforme de façon telle qu'après réaction on peut isoler et caractériser l'ammoniaque, la méthylamine et la triméthylamine; la présence de la diméthylamine reste jusqu'ici incertaine. La quantité de triméthylamine obtenue représente 50 à 60 % du poids d'hexaméthylène-tétramine mise en œuvre et celle de méthylamine 5 à 6 % environ. On peut isoler directement du produit de réaction la triméthylamine formée, en le traitant par un léger excès d'acide iodhydrique à 30 pour 100 cm³, évaporant à sec dans le vide et faisant recristalliser dans une petite quantité d'eau chaude le mélange d'iodhydrates d'ammoniaque et de bases méthylées qui résulte de cette évaporation. L'iodhydrate de triméthylamine, qui est le moins soluble, se dépose le premier. — M. **E. Léger** : *Contribution à l'étude de la cinchonidine.* L'auteur a préparé, à l'état cristallisé, le bibromhydrate d'hydrobromocinchonidine et l'hydrobromocinchonidine. Il a fait agir SO^4H^2 à 50 % sur la cinchonidine, ce qui lui a donné : la β-cinchonidine de Hesse, l'apocinchonidine de Zorn et Hesse, bases isomères de la cinchonidine, ainsi qu'une troisième base résultant de la fixation de H^2O sur la double liaison de la cinchonidine. Cette base, une oxydihydrocinchonidine, est donc isomère des oxydihydrocinchonines α et β. Dans cette réaction, il ne se produit pas de bases à fonction éther-oxyde interne, bases comparables à la cinchonigine et à la cinchoniline qui se forment avec la cinchonine. L'acide SO^4H^2 à 70 % agit sur l'oxydihydrocinchonidine pour donner, avec une certaine quantité de cette base non attaquée, la β-cinchonidine et l'apocinchonidine. Là non plus, on n'observe pas la formation de bases à fonction éther-oxyde interne. M. Léger explique cette différence d'action en admettant que les CHOH des oxydihydrocinchonines α et β sont voisins l'un de l'autre, tandis qu'ils seraient éloignés dans l'oxydihydrocinchonidine. Ces bases : oxydihydrocinchonines, d'une part, et oxydihydrocinchonidine, d'autre part, seraient des isomères de position, en même temps que des stéréoisomères. M. Léger se demande s'il n'en serait pas de même de la cinchonidine par rapport à la cinchonine. Sans adopter d'une façon absolue cette opinion, il développe des considérations qui tendraient à en démontrer l'exactitude.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 9 Mai 1919

M. **A. O. Rankine** : *La transmission de la parole par la lumière.* La lumière d'une source ponctuelle est recueillie par une lentille d'environ 1 mètre de distance focale, qui forme une image sur un petit miroir concave attaché au diaphragme d'un enregistreur de gramophone. La lumière diverge et passe à travers une seconde lentille similaire, qui la projette sur la seconde station. Deux grilles analogues sont montées sur le front de chaque lentille. Une image de la première se superpose sur la seconde par réflexion sur le miroir concave. Quand ce dernier oscille sous l'influence des vibrations de la voix, les parties sombres de l'image viennent se mouvoir sur les ouvertures de la seconde grille, en produisant des fluctuations de l'intensité du faisceau. La lumière est reçue par une lentille collectrice et concentrée sur une pile au sélénium en circuit avec une batterie et un récepteur téléphonique.

Séance du 13 Juin 1919

MM. **E. Wilson** et **E. F. Herroun** : *Les propriétés magnétiques des variétés de magnétite.* Les auteurs ont étudié les propriétés magnétiques de diverses variétés de magnétite, cristallisées, compactes ou en fragments détachés. Dans chaque cas, la susceptibilité varie avec la grandeur de la force magnétisante comme dans le fer, la variation relative étant beaucoup plus prononcée chez les spécimens à plus forte susceptibilité. La susceptibilité maximum chez les échantillons examinés a varié de 3,12 à 0,127 unités C. G. S. pour des forces allant de 13 unités chez les cristaux à 368 unités. Le chauffage accroit fortement la susceptibilité dans certains cas, la diminue dans d'autres. Chez un échantillon de magnétite de Penryn, la forte augmentation de susceptibilité peut être attribuée à la conversion du carbonate ferreux et de l'oxyde ferrique en magnétite. La forte susceptibilité n'est jamais associée chez la magnétite à une grande force coercitive ou à une magnétisation retenue, la plus grande valeur de celle-ci s'observant chez les échantillons ayant une susceptibilité moyenne de 0,3 à 0,4. La faible susceptibilité peut être associée à une grande force coercitive.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES

Séance du 15 Mai 1919

MM. **B. Blount** et **J. H. Sequeira** : *Le « Blue John » et les autres formes de fluorine.* Les auteurs se sont proposé de déterminer la cause exacte de la coloration de certaines formes de fluorine. L'analyse chimique montre que les échantillons des formes bleue et verte du minéral ont une composition pratiquement identique, soit plus de 99,5 % de fluorure de calcium, des traces d'Al, Fe, Mn, et une très faible trace de Mg. Les résultats analytiques conduisent à la conclusion que la coloration n'est pas due à des constituants minéraux. L'extraction par les solvants organiques n'a donné une quantité appréciable d'extrait qu'avec le chloroforme et le toluène, et celui-ci contenait moins de 0,05 % de carbone. De nombreuses expériences avec des composés du radium semblent montrer que la coloration n'est pas d'origine radio-active. Quand les cristaux sont chauffés à 350° en tube scellé, il s'en dégage un liquide (de nature surtout organique); il y a décrépitation, et le minéral devient blanc, puis fluorescent à chaud. Par refroidissement, la couleur ne reparaît pas. Les auteurs inclinent à penser que la cause de la coloration est de nature organique.

Séance du 5 Juin 1919

M. **P. Blackman** : *Appareil isotonique (isosmotique) pour comparer les poids moléculaires.* Des poids connus w_1 et w_2 de deux substances de poids moléculaires m_1 et m_2 sont dissous dans le même solvant. Une solution est placée dans un récipient en porcelaine poreuse (en forme de tube à essai), dont les parois contiennent du ferrocyanure de cuivre comme membrane semi-perméable. Ce récipient est placé dans la seconde solution, contenue dans un tube à essai en verre de plus grandes dimensions. Au bout de 6 heures environ, le courant osmotique entre les deux solutions a cessé ; on détermine alors les volumes v_1 et v_2 des deux solutions. Les calculs se font en se basant sur la relation : $v_1/v_2 = (w_1/w_2)(m_2/m_1)$. Le récipient poreux est recouvert extérieurement et intérieurement depuis le sommet jusqu'aux 3/4 de la hauteur par une couche de cire de paraffine pour empêcher les liquides de s'infiltrer par le haut. L'auteur a obtenu de bons résultats avec des solutions de sucre de canne.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 19 15 OCTOBRE 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvege et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Institutions scientifiques

La Conférence des Académies alliées et associées à Bruxelles et la création d'un Conseil international de Recherches scientifiques. — Du 18 au 28 juillet s'est réunie à Bruxelles la Conférence des Académies alliées et associées, sous la présidence de M. A. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Paris, remplaçant M. Emile Picard, empêché. L'objet principal de cette réunion était la création d'un Conseil international de Recherches scientifiques, dont les statuts avaient été préparés par le Comité exécutif nommé à la précédente Conférence, à Paris, en novembre 1918. Ces statuts ont été votés par l'assemblée et doivent être soumis à l'approbation des Académies, Conseils nationaux de recherches ou Gouvernements répondant pour chaque pays. Le Conseil sera considéré comme définitivement constitué quand l'adhésion de trois des grands pays fondateurs aura été acquise. Voici un résumé des statuts de la nouvelle organisation :

Le Conseil international de Recherches scientifiques a pour but : *a*) de coordonner l'activité internationale dans les différentes branches de la science et de ses applications; *b*) de provoquer la création d'Associations ou d'Unions internationales jugées utiles au progrès des sciences; *c*) d'orienter l'activité scientifique internationale dans les domaines où il n'existe pas d'Associations compétentes; *d*) d'entrer, par des moyens appropriés, en relation avec les Gouvernements des pays adhérents pour recommander l'étude des questions qui sont de sa compétence.

Le siège légal du Conseil est fixé à Bruxelles, où se tiendront les Assemblées générales et où seront conservées les Archives.

Le Conseil et les Associations qui lui sont rattachées sont constitués actuellement par les représentants des nations alliées et associées; les neutres pourront y être admis sur leur demande ou sur la proposition de l'un des pays faisant déjà partie de l'Association; mais les Centraux et leurs alliés en sont provisoirement exclus.

Les travaux du Conseil sont dirigés par l'Assemblée générale formée de l'ensemble des délégués accrédités par les différents pays et qui se réunit en principe tous les trois ans. Dans l'intervalle, elle délègue ses pouvoirs à un Comité exécutif formé de 5 membres. Le Président actuel de ce Comité est M. Emile Picard, et le secrétaire le Prof. A. Schuster.

Les ressources du Conseil proviennent des cotisations des différents pays établies d'après un barème qui tient compte de la population dans la fixation des parts unitaires contributives. Le nombre de voix attribuées à chaque pays dans les Assemblées générales varie également de 1 à 5 suivant le chiffre de la population. Les résolutions concernant les questions d'ordre scientifique seront prises à la majorité des voix de tous les délégués présents; pour les questions d'ordre administratif et pour les questions mixtes, le vote a lieu par Etat.

Parmi les moyens dont le Conseil international de Recherches doit user pour la réalisation de son but, il faut mettre en première ligne la création d'Unions internationales correspondant aux principaux groupements des Sciences. Ces Unions posséderont un budget et une administration propres; elles pourront se diviser en sections autonomes utilisant librement des ressources réparties par les soins du Conseil exécutif de l'Union; à leur tour, elles auront le droit de se subdiviser en commissions permanentes ou provisoires.

Dès à présent sont définitivement constituées : l'Union astronomique, l'Union géodésique et géophysique, l'Union de Chimie pure et appliquée. Une Union des Sciences biologiques et une Union de Radiotélégraphie scientifique sont en voie de formation.

L'Union astronomique reste une, mais elle a constitué dans son sein 32 commissions. Ses statuts, soigneusement élaborés, sont sans doute destinés à servir de type à ceux des autres Unions. M. B. Baillaud, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Paris, a été nommé président du Comité exécutif, et le Prof. A. Fowler secrétaire.

La Station centrale pour les télégrammes astronomiques sera installée à l'Observatoire de Bruxelles sous

la direction de M. Lecointe, tandis que l'Observatoire de Paris fonctionnera comme office central du Service de l'Heure.

L'Union géodésique et géophysique s'est divisée en six sections : Géodésie, Météorologie, Magnétisme terrestre, Sismologie, Vulcanologie, Océanographie physique.

La Section de Géodésie remplacera l'ancienne Association géodésique internationale, dont le bureau était autrefois à Potsdam. Le Service de la variation des latitudes sera probablement rattaché au Comité de la variation des latitudes de l'Union astronomique internationale.

M. C. Lallemand, membre de l'Institut, Directeur du Service du Nivellement en France, a été choisi comme président de l'Union géodésique, et le Colonel H. G. Lyons comme secrétaire général.

Les six Sections de l'Union des Sciences biologiques porteront pour titres : Biologie générale, Physiologie, Zoologie, Botanique, Sciences médicales, Biologie appliquée.

Dans toutes les Commissions qui ont discuté les projets d'Unions s'est manifesté d'autre part le désir de voir créer par les savants des nations alliées et associées des périodiques rapides et impartiaux, chargés de publier non seulement des listes, mais des analyses des travaux correspondant aux principales sciences; pour plusieurs de celles-ci, des accords sont établis dès à présent.

§ 2. — Nécrologie

William Gilson Farlow. — La Botanique vient de faire une perte cruelle en la personne de W. G. Farlow, professeur de Botanique (Cryptogamie) à l'Université de Harvard, correspondant de l'Institut. Né le 17 décembre 1844 à Boston, il est mort à Cambridge au mois de juin dernier. — Il conquit ses grades à l'Université de Harvard, et Asa Gray, son professeur de Botanique, qui l'avait distingué parmi les étudiants, l'envoya en Europe vers 1873 afin de l'initier aux méthodes d'études des Champignons inférieurs et des Algues, méthodes sinon inconnues, au moins peu employées jusqu'alors aux Etats-Unis. Après un court séjour en Angleterre et en Ecosse, il vint travailler au Laboratoire de de Bary à Strasbourg, à l'époque où ce savant découvrait les phénomènes d'apogamie chez les Fougères. Il termina son voyage d'études chez Gustave Thuret à Antibes. En quittant la belle installation que les Allemands avaient réalisée à Strasbourg, M. Farlow, ignorant l'indifférence de l'Administration française vis-à-vis des savants, croyait entrer dans un beau laboratoire dont l'existence semblait justifiée par les mémorables découvertes de Thuret et de Bornet.

Il fut tout surpris d'entrer dans un modeste local, privé, indépendant de l'Etat. Il songeait à se retirer, mais l'accueil si cordial de Thuret le retint à Antibes avec son compagnon Famintzine. C'est là qu'il se familiarisa avec l'étude des Algues. Connaissant à fond notre langue, M. Farlow aimait souvent à rappeler, dans ses conversations pleines d'humour, son trop court séjour au bord de la Méditerranée, comme l'une des plus séduisantes et des plus fructueuses étapes de son voyage en Europe.

De retour à Cambridge où il devint d'abord assistant (1874), puis professeur de Cryptogamie à l'Université de Harvard (1879), il s'occupa d'organiser les études qu'il devait diriger.

Il fallait d'abord créer un laboratoire de recherches. Comme les ressources financières de l'Université étaient insuffisantes pour réaliser cette installation, il donna à Boston des conférences payantes qui attirèrent de nombreux auditeurs, et le laboratoire fut rapidement créé. En même temps M. Farlow réunissait les documents relatifs à la Flore cryptogamique des Etats-Unis. Les collections devinrent bientôt si importantes et les étudiants si nombreux que M. Farlow fonda, à ses frais, une chaire annexe qui lui permit de dédoubler son service. Laissant à son collègue les cours et les examens, il se consacra plus spécialement au laboratoire et aux herbiers. Il avait reconnu, dès son entrée en fonctions, qu'il était impossible de savoir avec certitude quelles espèces de champignons croissaient dans l'Amérique du Nord, parce que les renseignements étaient disséminés dans une foule de publications savantes, dont beaucoup difficiles à se procurer, dans les comptes rendus de divers Etats, dans les journaux d'Horticulture et d'Agriculture.

Pour acquérir la moindre notion sur quelque point de la mycologie nord-américaine, il fallait dépenser un temps considérable à fouiller les grandes bibliothèques afin d'y dénicher les ouvrages rares, souvent peu connus, contenant les informations désirées.

M. Farlow entreprit alors la tâche difficile et laborieuse d'inventorier toutes les espèces de champignons signalées dans plus de 1.000 publications. Il ne s'agissait pas d'une besogne de scribe que tout le monde pouvait faire, mais de la revision d'une masse énorme de matériaux dont la connaissance précise pouvait seule donner une valeur scientifique à ce vaste dessein.

Pendant dix ans M. Farlow fit tout le travail; plus tart la multiplicité de ses occupations l'obligea à prendre des collaborateurs dont M. Seymour est le principal. Toutefois il se réserva la revision suprême ainsi que l'examen des échantillons authentiques. Il est donc seul responsable de l'ouvrage.

Une œuvre aussi considérable, car elle s'étend à tout le territoire nord-américain jusqu'à l'isthme de Panama, ne pouvait être menée à bien que par un mycologue connaissant à merveille les Champignons de son pays et familier avec les espèces européennes auxquelles ils doivent être comparés. La haute compétence de M. Farlow dans ce domaine était bien connue des mycologues, dont la plupart étaient en correspondance avec lui. Grâce à l'Institution Carnegie, l'impression de l'index bibliographique des Champignons de l'Amérique, qui comprend environ 150.000 citations, a été commencée depuis 1905.

Dans une publication antérieure, MM. Farlow et Seymour ont donné l'énumération des Champignons parasites trouvés dans leur pays, d'après les plantes et les animaux sur lesquels ils vivent. L'utilité d'un pareil travail pour la facilité des déterminations et pour les applications pratiques n'a pas besoin d'être démontrée.

Il convient de mentionner encore une monographie des *Gymnosporangium* et des *Roestelia* des Etats-Unis, parasites des *Juniperus* et de diverses Pomacées au sujet desquels M. Farlow institua des essais d'infection afin de déterminer avec certitude certaines formes que les caractères morphologiques ne suffisaient pas à faire distinguer.

L'ouvrage intitulé *Les Algues marines de la Nouvelle-Angleterre* n'a pas seulement mis à la portée des personnes qui fréquentent les côtes des Etats-Unis du Nord, de New-Jersey à Eastport, les Algues qui les peuplent; il leur a fait connaître en outre, en les introduisant dans sa Flore, les modifications apportées à la classification des Algues par les découvertes récentes. On en a profité dans d'autres pays.

Les documents publiés avant l'apparition de cet ouvrage étaient peu nombreux. Quelques listes locales s'ajoutaient au magnifique et classique *Nereis Boreali-Americana* de Harwey, qui, s'appliquant à la Flore marine des Etats-Unis tout entiers, était loin d'avoir épuisé la matière dans un pays encore trop peu exploré. M. Farlow visita diverses localités depuis Eastport, à la frontière du Canada, jusqu'à Greenport, à la hauteur de New-York, et acquit ainsi la connaissance personnelle de la flore de son domaine. Il y fit des récoltes importantes qui lui permirent de publier, avec le concours d'Anderson et de Eaton, un exsiccata des Algues de l'Amérique du Nord qui n'est pas moins remarquable par la beauté des échantillons que par la sûreté des déterminations.

Pour les Algues comme pour les Champignons, M. Farlow était le maître auquel on avait recours, non seulement aux Etats-Unis, mais dans toute l'Europe. Il a été l'un des artisans de l'admirable essor scientifique des Etats-Unis. Au contraire de la tendance actuelle qui dirige les jeunes savants, prématurément, vers la spécialisation de plus en plus étroite, M. Farlow, formé à l'ancienne discipline, était seul capable de traiter les diverses branches de la Cryptogamie et il jouissait aux Etats-Unis pour la Botanique d'une notoriété comparable à celle que possédait M. Agassiz pour la Zoologie.

Membre de l'Académie nationale des Sciences, de l'Américan Philosophical Society, de la Société Linnéenne de Londres, correspondant de l'Institut de France, membre honoraire d'un certain nombre d'Universités américaines et étrangères, M. Farlow a formé de nombreux élèves, devenus des savants éminents sous sa direction aux vues larges : MM. Davis, Setchell, Thaxter, Robinson, Trelease, etc.

Dans le conflit qui vient de bouleverser le monde, M. Farlow, ami passionné de la France, avait dès le début pris le parti du droit et manifesté son mépris de la duplicité allemande, son horreur des actes de barbarie, réglementés, comme tout ce qui se fait en Allemagne, avec la plus grande minutie.

A plusieurs reprises il m'envoya des chèques de 500 dollars, destinés à soulager la détresse des veuves de jeunes savants morts aux champs d'honneur, ou celle des réfugiés des départements envahis, ou enfin, au moment de l'héroïque épopée de Verdun, pour nos soldats blessés et leurs familles, et tout cela, modestement, simplement, comme un hommage à la France, sa seconde patrie.

L. Mangin,
Professeur au Muséum,
Membre de l'Institut.

§ 3. — Astronomie

Application de la Photométrie photo-électrique à l'Astronomie. — L'Astronomie et la Physique sont en rapports constants pour tout ce qui touche les phénomènes de la lumière. L'Analyse spectrale en est une preuve bien connue et nous trouvons une nouvelle application de l'union astro-physique dans une communication récente de MM. A. F. et F. A. Lindemann [1]. Il s'agit, en effet, de l'application, pour la photométrie des astres, d'une des découvertes récentes les plus curieusse de la Physique : celle de la photo-électricité.

On sait que lorsqu'un jet de lumière tombe sur une plaque de métal, celle-ci émet des électrons. Le courant électrique ainsi produit dépend à la fois de la nature de la surface métallique, de la longueur d'onde de la lumière incidente et de la quantité de cette dernière, sans qu'il y ait à tenir compte de l'intensité intrinsèque de la source lumineuse. C'est cette dernière propriété qui rend la photo-électricité capable de jouer le rôle de photomètre à l'égard de la lumière émanée d'objets très peu brillants en eux-mêmes, comme les comètes ou les nébuleuses.

Dans la pratique, on est conduit à prendre comme source d'électrons des métaux alcalins, le potassium, le cæsium et le rubidium, chacun d'eux étant particulièrement sensible aux radiations de longueurs d'onde bien déterminées, de 3.700 à 5.000 unités Angstrom pour le potassium par exemple. De plus, étant donnée la faiblesse du courant produit par l'émission des électrons, il y a lieu d'utiliser ceux-ci à produire, par voie de collisions, des ions positifs. On y arrive en plaçant le métal photo-électrique dans une atmosphère d'hélium raréfié et en appliquant à ce même métal un potentiel négatif pouvant atteindre 150 volts environ. On a ainsi une amplification marquée de l'effet photo-électrique.

1. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (London), vol. LXXIX, n° 5, mars 1919.

L'appareil de mesure, ou cellule photo-électrique [1], se compose essentiellement d'une ampoule de verre renfermant une anode en platine et une cathode formée de potassium purifié par des distillations successives. L'ampoule, après avoir été purifiée de tous les gaz par le jeu d'une pompe de Gaëde, reçoit une atmosphère d'hélium à la pression de trois quarts de millimètre de mercure. La cathode est reliée, comme nous l'avons dit, à un potentiel négatif de 100 à 150 volts (pile sèche). Quant à l'anode, qui recueille le courant ionique né des électrons eux-mêmes libérés par l'action de la lumière, elle est reliée à un électromètre spécial, également décrit par les auteurs de la note.

Cet électromètre est simplement un appareil à fibre d'Einthoven, se déplaçant dans un champ électrique formé de deux plaques parallèles portées à une haute et constante différence de potentiel au moyen de piles sèches ou d'accumulateurs. Les mouvements de la fibre sont observés avec un microscope, en prenant les précautions convenables pour éviter les perturbations dues aux changements de température ou à la capacité introduite par la présence même de l'observateur.

La cellule photo-électrique et l'électromètre attenant forment un ensemble léger et peu encombrant que l'on fixe à l'oculaire d'une lunette mue par un mouvement d'horlogerie. Celui-ci n'a pas besoin d'être très précis ni l'ouverture de l'objectif très grande. Une lunette de 12 à 16 centimètres d'objectif, montée en équatorial, suffit très bien. Pour faire une mesure photométrique, la lunette étant dirigée sur l'astre au moyen d'un oculaire coudé jouant le rôle de chercheur, on fait tomber la lumière de l'astre sur le potassium contenu dans l'ampoule. L'anode se charge d'une certaine quantité d'électricité qu'elle transmet à la fibre de l'électromètre. Au bout d'un nombre déterminé de secondes, on note la déviation de la fibre. L'électromètre est alors relié à un étalon de voltage connu et on détermine ainsi le nombre X de volts par seconde obtenus par l'action de la lumière. On recommence toute la série des opérations en se servant d'une étoile de magnitude bien établie. Soit A le nombre de volts par seconde résultant de la seconde mesure. Le rapport X/A est celui de la quantité de lumière émanée de l'astre étudié par comparaison avec l'étoile de repère.

Le Prof. Lindemann expose ensuite les principales applications de l'ingénieuse méthode que nous venons d'esquisser et il rapporte les résultats préliminaires déduits de ses premières expériences. On peut tout d'abord citer la détermination de la grandeur stellaire des étoiles. Comme le potassium est surtout sensible à la lumière bleue et violette, tandis que le cæsium réagit de préférence aux rayons jaunes, il y a des possibilités, en se servant alternativement d'une cellule au potassium et d'une au cæsium, de mesurer l'intensité comparée de deux régions du spectre d'une étoile et d'obtenir ainsi des indications importantes sur sa température.

Des études de ce genre sont particulièrement intéressantes lorsqu'elles s'appliquent à des nébuleuses ou à des comètes, pour lesquelles la photo-électricité est un instrument de recherche très favorable, comme nous l'avons indiqué plus haut. Le Prof. Lindemann, par une mesure très approximative des luminosités comparées de l'étoile *béta* d'Andromède et de la célèbre nébuleuse voisine, a trouvé que cette dernière pouvait avoir un diamètre d'environ 4.000 « parsecs » (le « parsec » équivaut à une distance sidérale caractérisée par une parallaxe d'une seconde d'arc). La nébuleuse d'Andromède serait d'autre part située à un éloignement de 350.000 parsecs du Soleil. Cette nébuleuse constituerait donc un véritable univers stellaire comparable à notre Voie lactée et indépendant de celle-ci. La photométrie photo-électrique, par sa sensibilité, peut aussi être appliquée

1. Pour les détails, nous ne pouvons que renvoyer au mémoire original, en précisant que celui-ci donne des indications suffisamment complètes pour permettre aux expérimentateurs de construire eux-mêmes une cellule au potassium.

à l'étude des variations de l'éclat du Soleil. Si on estime l'éclat stellaire apparent des planètes et que l'on trouve des variations *simultanées* de cet éclat pour les diverses planètes, il est bien probable que ces variations sont dues à la source lumineuse initiale, c'est-à-dire au Soleil lui-même. Nous n'avons pas besoin de faire ressortir quelle serait l'importance, théorique et pratique, de la constatation de la variabilité, déjà soupçonnée d'ailleurs, des radiations lumineuses et calorifiques de l'astre central de notre système.

Le Prof. Lindemann indique, à ce propos, que la photométrie, précise et analytique, des différents phénomènes solaires : lumière zodiacale, couronne, protubérances, facules et taches, serait de nature à grandement augmenter notre connaissance de la constitution physique de l'astre radieux.

En ce qui concerne notre propre globe et surtout l'état de son atmosphère, l'emploi de la cellule photo-électrique peut rendre aussi de précieux services. Il suffit pour cela de mesurer l'intensité de la lumière cendrée de la Lune, laquelle dépend évidemment du pouvoir réfléchisseur de la surface terrestre éclairée par le Soleil. De même, la mesure photométrique de l'éclairement d'une région angulaire donnée du ciel permet de connaître les variations de la lumière diffuse de l'atmosphère, partant son état de pureté et l'importance des particules en suspension.

Ces brèves indications suffisent pour montrer tout l'intérêt qui s'attache à la note du Prof. Lindemann. Nous répéterons, avec l'auteur, que ces recherches ne demandent qu'une lunette très modeste. Seule, la construction de la cellule photo-électrique demeure délicate, mais elle reste néanmoins accessible aux ressources d'un laboratoire convenablement outillé. Le Prof. Lindemann a construit lui-même ses appareils et cela sans ressources exceptionnelles. En vrai savant, il se déclare désireux de trouver de nombreux imitateurs. Ce désir sera notre excuse pour les lignes qui précèdent.

M. Moye,
Professeur à l'Université de Montpellier.

§ 4. — Chimie

La fabrication de la glycérine par fermentation en Allemagne pendant la guerre. — La disette de graisses provenant de l'application du blocus a eu pour conséquence une diminution considérable de la production de la glycérine en Allemagne pendant la guerre. Etant donnée l'importance primordiale de ce produit pour la fabrication de certains explosifs, les recherches commencées plusieurs années auparavant par Lüdecke en vue d'obtenir la glycérine par fermentation du sucre ont été activement poussées en vue de rendre ce procédé industriel, et elles ont fini par aboutir à un résultat pratique qui, soigneusement tenu secret jusqu'à la fin des hostilités, a été rendu public par Connstein à une récente séance de la Société chimique allemande[1].

Le procédé de Connstein et Lüdecke est basé sur l'observation que le pourcentage de la glycérine formée dans la fermentation du sucre s'accroît lorsque la fermentation a lieu en présence de substances alcalines. Parmi ces dernières, il faut signaler surtout le sulfite de soude, auquel la levure résiste même en proportion considérable. Ainsi une solution préparée avec 10 litres d'eau, 1 kg de sucre et 400 gr. de sulfite, accompagné d'un peu de sulfate d'ammonium, de phosphate de sodium et de sels de potassium, a complètement fermenté en quelques jours sous l'influence de 100 gr. de levure.

Cette méthode a été mise en œuvre par la Compagnie Protol, qui a mis en service à l'origine jusqu'à 63 usines; les plus importantes continuèrent seules dans la suite, et la production mensuelle de glycérine s'éleva à environ 1.000 tonnes.

1. *Wochenschrift fur Brauerei*, 10 mai 1919.

Après avoir rencontré et surmonté de grandes difficultés pratiques, les usines arrivèrent à obtenir 20 parties de glycérine pure, 27 parties d'alcool et 3 parties d'aldéhydes aux dépens de 100 parties de sucre. Après l'enlèvement de la levure par filtration et de l'alcool et l'aldéhyde par distillation, l'ensemble des sels présents était précipité par le chlorure de calcium et ensuite par le carbonate de soude, puis le liquide était neutralisé par HCl et filtré. La concentration suivie d'une distillation fournissait de la glycérine propre à tous les emplois techniques. Comme pour la glycérine des savonneries, la distillation de la glycérine de fermentation est souvent compliquée par la présence de triméthylèneglycol.

Ni la race de levure, ni la nature du sucre, ni même la température où s'opère la fermentation n'ont d'influence sur le rendement en glycérine; on peut utiliser du sucre non raffiné et même des mélasses[1]. A la fin de la fermentation, la levure présente certaines modifications de ses caractères morphologiques, mais elle conserve toujours ses capacités fermentatives; les moûts utilisés sont, par contre, fatals aux bacilles lactique et acétique.

En augmentant la quantité de sulfite employé, les proportions de glycérine et d'aldéhyde produites s'accroissent graduellement, tandis que celles d'alcool et de CO^2 diminuent continuellement, comme le montrent les chiffres suivants :

Sulfite employé	25	50	100
Glycérine formée	11,3	19,6	27,1
Alcool —	40	28,7	23,3
Aldéhyde —	2,4	5,8	8,6
CO^2 —	37,6	35,8	29,4

Les auteurs n'ont fourni aucun renseignement sur le prix de revient de la glycérine de fermentation; il n'est donc pas possible de dire si elle pourra concurrencer en temps normal la glycérine retirée des graisses.

§ 5. — Géologie

Le puits le plus profond du monde. — Jusqu'à présent les deux forages les plus profonds de la croûte terrestre étaient un puits des environs de Mc Donald (Pa.), à 23 km. à l'ouest de Pittsburg, qui mesurait 2.209 m. de profondeur, et un puits à Czuchow, en Haute-Silésie, descendant jusqu'à 2.240 m. Ces deux records sont aujourd'hui dépassés par un puits percé près de Clarksburg, dans le nord de la Virginie occidentale, pour atteindre, malheureusement sans succès, le sable de Clinton riche en gaz et en pétrole qui s'étend à travers l'est de l'Ohio et qu'on supposait exister aussi dans cette région. Une profondeur finale de 2.252 m. a été atteinte. L'échec de cette tentative doit être attribué à l'épaississement inattendu des schistes dévoniens, une des séries sus-jacentes, et à la rupture du câble à 600 m. au-dessus du fond quand cette profondeur eût été atteinte.

Des données intéressantes concernant le degré géothermique ont été fournies par cette opération et des forages analogues dans la même région[2]. Les appareils employés peuvent donner la température à 0°,2 ou 0°,3 F. près jusqu'à 1.200 m. et à 0°,5 près aux profondeurs supérieures. On a trouvé qu'à 2.100 m. la température s'est élevée jusqu'à 172° F. (77°,7 C.) et que le degré géothermique à cette profondeur est de 1° F. par 51 pieds (soit 1° C. par 28 m.). M. van Orstrand estime que la température d'ébullition de l'eau serait atteinte aux environs de 3.000 m. au-dessous du sol. En moyenne, l'augmentation de température avec la profondeur est à peu près celle qu'avait fixée le Comité du degré géothermique de l'Association britannique

1. Du côté des Alliés, des savants américains ont également mis au point un procédé de fabrication de la glycérine aux dépens du sucre des mélasses (voir *Rev. gén. des Sc.* du 15 juillet 1919, t. XXX, p. 396).

2. I. C. White et C. E. van Orstrand : *West Virginia Geol. Survey County Rep.*, 1918, p. XXV-CII.

pour l'avancement des Sciences dans son rapport pour 1904. Toutefois, l'accroissement est loin d'être uniforme, car il varie de 1° F. par 20 pieds à 1° F. par 130 pieds (soit 1° C. par 11 m. à 1° C. par 71 m.). Dans cette portion de la région des Appalaches, il n'y a eu que de faibles déplacements des couches depuis le moment de leur dépôt, ce qui donne un intérêt particulier aux températures enregistrées.

§ 6. — Botanique

Les effets d'orientation des lumières monochromatiques d'égale intensité sur les spores et les rhizoïdes de Fucus. — L'un des phénomènes biologiques les plus frappants résultant de l'action de la lumière sur les organismes est l'orientation du premier plan de clivage des spores en germination par l'éclairement unilatéral. Partout où un tel éclairage est assez intense, la première paroi transversale se forme perpendiculairement à la direction de la lumière incidente. Ce phénomène a été mis en évidence chez les *Equisetum*, les *Puccinia*, les *Fucus* et d'autres Algues, en même temps que le fait suivant : c'est la cellule située du côté ombragé de la spore qui devient la cellule rhizoïdale, malgré la pesanteur. Dans ces formes, la polarité de la plante est donc établie par la direction des excitations lumineuses.

Ce pouvoir d'orientation des ondulations lumineuses sur la plante n'est, sans doute, autre que leur pouvoir d'orientation sur le faisceau de la première division nucléaire. La mécanique de ces réactions peut nous rester longtemps inconnue; cependant, la théorie du gradient métabolique de Child nous en fournit une explication très suggestive. Ce savant a démontré, chez plusieurs plantes marines et quelques animaux inférieurs, l'existence de « gradients axiaux », par quoi il entend le taux décroissant des processus métaboliques de l'extrémité apicale à l'extrémité basale. On peut supposer qu'un tel gradient se produit dans une spore en germination s'il existe, entre les quantités de lumière reçues sur deux côtés opposés, une différence suffisante pour produire la différence nécessaire dans le taux des processus d'oxydation le long de la direction de l'éclairement. Si l'hypothèse de Child est correcte, la cellule située sur le côté ombragé de la spore devient la cellule rhizoïdale en vertu du fait que la vitesse le moins rapide des réactions d'oxydation le long du gradient détermine l'extrémité basale, le plus rapide l'extrémité apicale de l'organisme.

Mlle A. M. Hurd s'est proposé d'étudier, au Laboratoire de Botanique de l'Université de Californie, le pouvoir des lumières monochomatiques pures d'établir la polarité des spores en germination de *Fucus inflatus*, et aussi de répondre à diverses questions concernant le phototropisme négatif des jeunes rhizoïdes [1].

Pour obtenir des lumières monochromatiques, elle a utilisé sept écrans-filtres Wratten, chacun transmettant un intervalle étroit de longueurs d'onde, mais la série embrassant l'ensemble du spectre visible. Ces écrans étaient fixés sur des boîtes peintes en noir à l'intérieur. Comme source de lumière, l'auteur s'est servi autant que possible de l'arc électrique, ou dans quelques cas de lampes à vapeur de mercure et de lampes au tungstène à remplissage d'azote. Les intensités relatives des lumières transmises par les filtres ont été mesurées au moyen d'une thermopile et d'un galvanomètre, et rendues égales en faisant varier les distances de la source lumineuse à la boite.

Pour obtenir les spores de *Fucus inflatus* destinées aux expériences, Mlle Hurd recueillait à marée basse les plantes en état de fructification, les conservait pendant la nuit dans du papier mouillé et les séchait lentement le matin suivant en les exposant à l'air pendant une demi-heure. Alors en submergeant les pointes fructifères dans les boîtes de culture remplies d'eau de mer, un grand nombre d'œufs et de spermies se détachent et se déposent au fond des récipients, qu'on porte dans les boîtes à éclairement. L'éclairement des cultures est prolongé pendant 6 à 8 heures; cette durée est plus que suffisante pour que le premier plan de clivage soit orienté d'une façon permanente, quel que soit l'éclairage subséquent.

En ce qui concerne le phototropisme des jeunes rhizoïdes, l'auteur a trouvé qu'une lumière blanche très faible, trop faible pour orienter les plans de clivage, produit néanmoins une répulsion nette des pointes en état de croissance à l'opposé de la source lumineuse. Quand l'intensité de l'éclairement derrière tous les écrans colorés est égale à 1.800 bougies-mètre, seules les lumières bleue et violette provoquent le phototropisme. Les autres longueurs d'onde n'ont aucun effet à cette intensité, les jeunes rhizoïdes continuant à pousser dans la direction où ils sont partis, comme ceux qui sont conservés à l'obscurité. Toutefois, lorsqu'on fait agir un éclairage plus intense en plaçant les boîtes à la lumière solaire directe, les rhizoïdes qui se trouvent derrière le filtre vert présentent aussi le phototropisme négatif. Ces expériences, et d'autres, prouvent que la quantité et la qualité, c'est-à-dire l'intensité et la longueur d'onde, sont les facteurs déterminants dans le pouvoir des excitations lumineuses de provoquer le phototropisme.

Dans chaque culture de *Fucus inflatus*, qu'elle germe dans l'obscurité ou en lumière unilatérale forte, on observe d'autre part une orientation très marquée de la première paroi transversale par rapport aux spores adjacentes. Partout où il existe un groupe de spores distantes de moins de 0,2 mm. l'une de l'autre, le premier plan de clivage est perpendiculaire à la direction du centre du groupe, et la cellule dirigée vers l'intérieur devient invariablement la cellule rhizoïdale. Ce phénomène a été signalé par Rosenvinge chez d'autres espèces de *Fucus* et chez l'*Ascophyllum* ; Mlle Hurd le nomme *orientation de groupe*. La force de cette orientation est supérieure à celle du phototropisme lorsque les spores sont à moins de 0,2 mm. l'une de l'autre ; ce sont donc surtout les spores relativement isolées qui présentent l'orientation par la lumière décrite plus haut. Le phénomène de l'orientation de groupe est très apparent dans les groupes de 2, 3 ou 4 œufs, aussi bien que dans les masses de 50 ou 100. Chez ces dernières, il est rendu évident par la constatation invariable qu'aucun rhizoïde ne fait saillie à l'extérieur de la masse. Quand 2 spores sont suffisamment rapprochés pour que l'excitation se produise, leurs deux premiers plans de clivage sont parallèles et les rhizoïdes croissent l'un vers l'autre jusqu'à se rencontrer souvent pointe contre pointe.

Rosenvinge attribue l'orientation de groupe à une différence dans la concentration de l'oxygène ou des substances nutritives des deux côtés de la spore; il pense que le rhizoïde se forme du côté du centre d'un groupe ou vers un autre œuf parce que l'eau située de ce côté est moins riche en substance active que du côté extérieur, par suite du métabolisme. Mais Winkler, opérant avec le *Cystoseira barbata*, a constaté qu'une différence de concentration en oxygène n'a aucun effet de ce genre.

Il est possible aussi que l'orientation de groupe soit due à une polarité établie par la position de l'œuf dans l'oogone. Pour éprouver cette hypothèse, Mlle Hurd a transféré dans un verre de montre un groupe d'œufs quittant l'organe et avec la pointe d'une aiguille les a mélangés jusqu'à ce que leurs positions relatives fussent entièrement modifiées. Néanmoins, quand ils germèrent, ils présentèrent l'orientation caractéristique l'un par rapport à l'autre sans aucune exception.

La seule explication de l'orientation de groupe qui paraît subsister serait l'existence d'un gradient de diffusion d'une substance émanant de la spore en germination ou utilisée par celle-ci. Des recherches vont être entreprises dans cette direction.

1. *Proc. of the National Acad. of Sciences of the U. S. of America*, t. V, n° 6, p. 201 ; juin 1919.

Il est à noter que l'orientation de groupe n'agit plus sur les rhizoïdes une fois qu'ils ont commencé à se développer. Jamais aucun rhizoïde ne voit sa direction modifiée par l'approche d'autres spores. En l'absence de toute excitation lumineuse, les rhizoïdes continuent à pousser dans leur direction originelle.

§ 7. — Zoologie

L'hivernage de la mouche domestique. — Sur cette question encore controversée, des expériences ont été entreprises dans l'automne de 1914 à la Ferme expérimentale d'Arlington, dépendant du « Bureau of Plant Industry » du Département de l'Agriculture des Etats-Unis; elles ont été transférées au printemps de 1915 à la Station d'expériences de Bétheşda du « Bureau of Animal Industry », où elles furent continuées pendant 2 ans. Voici les principales observations qui ont été faites[1].

A la latitude de Washington, la mouche peut hiverner de deux manières : 1° par reproduction ininterrompue dans les endroits chauds où elle dispose d'aliments et de milieux de ponte; 2° durant les périodes de larve et de chrysalide, au milieu ou sous de gros tas de fumier. Rien ne prouve que la mouche persiste ou puisse persister à l'état adulte, de novembre à avril, en plein air, dans des étables couvertes d'un toit, mais sans parois, sous des arcades ou dans des édifices non chauffés. Les températures de —9° à —11° C. sont rapidement mortelles pour les mouches, et tout porte à croire que les températures inférieures à 0° leur sont fatales si elles sont suffisamment prolongées. Dans les édifices chauffés, leur vie ne dure pas plus longtemps qu'à des températures égales en été, et il n'y a ni suspension ni retard de leur développement ou de leur activité sexuelle.

On sait que les mouches continuent à sortir des tas de fumier même jusqu'à la première semaine de décembre. Plusieurs de ces dernières-nées entrent, les jours tièdes, dans les édifices chauffés; celles qui n'y entrent pas ne tardent pas à périr. Celles qui pénètrent dans les édifices chauffés y sont attirées, comme en été, par l'odeur des aliments, et elles se réunissent dans les cuisines, les salles à manger, les restaurants, les étables, etc. Si elles n'y trouvent pas de quoi se nourrir, elles ne tardent pas à périr. Dans le cas contraire, elles peuvent continuer à vivre en décembre, en janvier et même jusqu'en février, à moins qu'elles ne succombent sous l'attaque de champignons. Mais aucune expérience et aucune observation ne prouve qu'elles puissent vivre tout l'hiver jusqu'au retour d'une température suffisamment élevée qui leur permette de vivre en plein air et de pondre. Si les mouches arrivent à pénétrer en automne dans des milieux chauffés où elles trouvent des aliments et des milieux de ponte, comme des étables ou des restaurants où on laisse les ordures à découvert, elles continuent à se reproduire pendant tout l'hiver. Dans ce cas, les mouches que l'on trouve en mars et en avril sont les descendantes, et non les survivantes, de celles qui se sont mises à l'abri dans ces endroits l'automne précédent. Il est probable que ce mode d'hivernage est beaucoup plus répandu qu'on ne le croit, surtout dans les villes où il doit exister de nombreux foyers de propagation, d'où les mouches sortent dans les journées chaudes de mars et d'avril et survivent pour produire les essaims qui commencent à se montrer à la fin de mai.

La possibilité pour les mouches d'hiverner à l'état de larve et de chrysalide a été démontrée à Washington (D. C.) et à Columbus (Ohio), ainsi que dans les régions les plus tempérées du Texas. Mais on ne saurait encore dire si ce mode d'hivernage est plus commun que celui par reproduction continue. A en juger par les expériences avec des larves et des chrysalides, et par le fait que les mouches ne se montrent pas en grand nombre jusqu'à la fin de mai ou au commencement de juin, il semble qu'un très faible pourcentage des larves qui se trouvent dans les tas de fumier en automne vivent pendant l'hiver et donnent naissance aux adultes au printemps.

1. A. H. Hutchinson : *Journ. of Agric. Research*, t. III, n° 3, pp. 149-169. Analysé dans *Bull. mens. des renseignements agricoles de l'Inst. internat. d'Agric.*, t. X, n° 6, p. 692 ; juin 1919.

§ 8. — Sciences médicales

L'antiseptisation des vêtements du combattant. — On admet sans conteste aujourd'hui que les projectiles de guerre, non infectieux par eux-mêmes, en entraînant des fragments de vêtements souillés, font pénétrer dans les plaies un grand nombre d'agents pathogènes et déterminent ainsi le plus souvent l'apparition de deux des complications les plus redoutables des blessures de guerre : la gangrène gazeuse et le tétanos.

Le nettoyage précoce des plaies, l'injection de sérum antitétanique pratiquée le plus rapidement possible après les blessures ont été préconisés et ont fait leurs preuves; mais, lors des dernières opérations militaires, la guerre de mouvement ayant fait sa réapparition sur les champs de bataille, l'exécution de ces deux méthodes fut rendue plus difficile, et l'infection des plaies de guerre, qui avait à peu près disparu pendant la guerre de tranchées, reprit une croissante intensité. Devant cette recrudescence, l'étude de nouveaux procédés prophylactiques s'imposait et l'on songea à imprégner directement les vêtements de substances antiseptiques.

Divers essais avaient déjà été tentés dans cette voie. Mlle M. Davies et M. Taylor[1] avaient obtenu d'excellents résultats dans des infections variées avec le pixol (mélange de crésol et de savon noir). M. Carnot[2], avec des savons de cuivre et de zinc, a eu les mêmes succès sur les agents de la suppuration, le *B. perfringens*, le bacille tétanique. Mais ces travaux n'ont pas été poursuivis. En présence de l'importance capitale de la possibilité d'antiseptiser les vêtements d'uniforme, MM. F. Heim, E. Fernbach et G. Rullier résolurent de reprendre la question du point de vue expérimental[3].

L'animal dont ils se sont servis est le lapin (vu la rareté du cobaye au moment de leurs essais). Ils pratiquaient dans le muscle de l'une des cuisses un tunnel de 4 à 5 cm. de longueur, dans lequel on introduisait aussitôt, et aussi profondément que possible, un morceau de drap de 2 cm.², aseptisé ou non au préalable, puis souillé par les espèces microbiennes produisant la gangrène gazeuse ou le tétanos. Les produits auxquels les auteurs ont eu recours pour l'antiseptisation du drap étaient : 1° l'huile de houille distillant entre 210° et 270°, soit seule, soit additionnée d'un autre antiseptique, bichlorure de mercure ou acide benzoïque; 2° l'acide hydrofluosilicique, seul ou additionné de $HgCl^2$.

Les résultats obtenus ont montré qu'il est possible, par l'emploi de ces antiseptiques, même un mois après leur incorporation au drap, de retarder ou même d'empêcher l'éclosion de la gangrène gazeuse expérimentale; il en est de même pour le tétanos expérimental. La double imprégnation des étoffes, faite successivement par l'acide hydrofluosilicique à 7,5 o/o et l'huile de houille à 5 o/o additionnée de sublimé au 1/4.000e paraît donner le maximum de sécurité. Aucune de ces substances ne s'est montrée nocive pour la peau humaine à la dose employée.

La fin de la guerre est venue empêcher d'entreprendre des essais en grand sur l'homme. Il est probable qu'ils auraient donné des résultats analogues. Les auteurs n'en concluent pas, cependant, que l'antiseptisation des vêtements du combattant rendrait inutile l'usage des sérums antigangreneux et antitétanique; mais elle retarderait les débuts de l'infection dans de très fortes proportions et elle permettrait ainsi un emploi plus efficace de ces sérums.

1. *Arch. de Méd. et de Pharm. militaire*, 1916, p. 227.
2. *Ibid.*, 1916, p. 221.
3. *Ann. de l'Inst. Pasteur*, t. XXXIII, n° 8, pp. 537-556; août 1919.

LA MESURE ABSOLUE DE L'INTENSITÉ DU SON

Le regretté Professeur Wallace C. Sabine, de l'Université de Harvard, a attiré l'attention du public sur la grande importance des mesures physiques et d'un plan rigoureusement scientifique dans la construction des auditoires, laissée jusqu'alors à l'appréciation des architectes.

Je me suis intéressé moi-même, depuis de nombreuses années, au problème de la mesure du son en unités absolues, ce qui implique la réalisation d'un instrument capable de déterminer, en tout point de l'espace, la pression de l'onde aérienne en fonction du temps. Pour arriver à ce résultat, trois choses sont nécessaires.

D'abord, il faut construire un étalon de son permettant de reproduire en tout temps un son donné du caractère le plus élémentaire, autrement dit dans lequel la pression varie comme une fonction harmonique simple du temps, et de mesurer l'énergie de l'émission du son en watts. C'est un problème qui a déjà été résolu par plusieurs savants, entre autres le Prof. Ernest Mach et le Dr Zernov, de Petrograd.

En second lieu, il faut trouver un instrument capable de mesurer en valeur absolue un son du caractère harmonique simple décrit ci-dessus; autrement dit, l'amplitude de la variation de pression doit être évaluée en dynes par cm^2 ou en millionièmes d'atmosphère. Ce problème a été également traité avec succès par divers chercheurs, parmi lesquels Max Wien, Lord Rayleigh et Lebedeff.

Reste une troisième étape à franchir, qui est peut-être aussi importante que les deux précédentes. Etant acquises l'invention d'une source convenable de son, que j'appelle un *phone*, parce que c'est un son et rien d'autre, et celle d'un instrument de mesure approprié, que j'appelle un *phonomètre*, il faut encore résoudre la question de la propagation et de la distribution du son entre le phone et le phonomètre. Toute mesure faite dans une enceinte fermée sera influencée par la réflexion des parois; et même si l'on possédait une salle de forme géométrique simple et qu'on pût faire fonctionner automatiquement les instruments d'émission et de réception sans la présence perturbatrice d'un observateur, il serait encore impossible de fixer le pouvoir réfléchissant des parois sans une bonne dose d'expérimentation et de théorie compliquée. C'est néanmoins ce que Sabine a fait, en se servant comme instrument récepteur de l'oreille humaine. Ceux qui ont expérimenté la sensibilité de l'oreille humaine pour un son étalon douteront immédiatement de la possibilité de faire des mesures précises avec la même oreille à différentes époques, et particulièrement de comparer les mesures faites avec deux oreilles différentes. Néanmoins, Sabine a obtenu des succès remarquables et a créé une Ecole qui utilise ses méthodes avec profit.

Pour éviter les perturbations, il faudrait placer le phone et le phonomètre à une distance infinie de tout objet, ce qui est manifestement impossible. Le plan que j'ai suivi était d'essayer de me débarrasser de tout obstacle, excepté d'un plan infini couvert d'une surface à coefficient de réflexion mesurable. J'ai trouvé ces conditions réalisées sur les terrains de golf d'un club de campagne, où j'ai effectué mes expériences.

I. — Le Phonomètre

Pour obtenir la sensibilité requise par la faible quantité d'énergie mise en jeu, il est nécessaire d'employer le principe de résonance. J'ai utilisé un système couplé à deux degrés de liberté, le premier constitué par un résonateur à air syntonisable, le second par un diaphragme syntonisé qui sert à rendre le mouvement visible. Comme la sensibilité doit dépendre en dernière analyse de l'amortissement résidant intrinsèquement dans le diaphragme, il est désirable de réduire celui-ci autant que possible. Pendant plusieurs années, ce que j'ai trouvé de mieux était un diaphragme de verre, syntonisé par addition de poids. Ensuite j'ai trouvé qu'on peut préparer des diaphragmes de mica ayant un plus faible amortissement que le verre. Enfin, après un essai de mesure de la hauteur de quelques signaux de brouillard employés sur la côte du Maine, ayant tous des hauteurs différentes, j'ai reconnu la nécessité d'avoir un diaphragme susceptible d'être accordé graduellement, ce que je ne pouvais obtenir par une variation de la masse. En conséquence, l'instrument a été refondu entièrement, et l'accord a été obtenu en faisant varier l'énergie potentielle, plutôt que cinétique, du diaphragme, en le renforçant par un ressort accordé par tension. Mais le principal perfectionnement a été l'abolition du diaphragme : comme le résonateur possède un trou pour l'entrée du son, j'ai résolu de remplacer le diaphragme par un piston rigide placé au centre du trou, laissant une ouverture annulaire pour l'entrée du son et en même temps me libérant de la nécessité d'employer l'aire équivalente calculée du diaphragme.

Tous ces perfectionnements sont réalisés dans l'instrument représenté par la figure 1. Le résonateur cylindrique 1 glisse dans le tube cylindrique fixé au châssis principal A. L'extrémité du résonateur est fermée par une fenêtre de verre 15. Pendant plusieurs années, les mesures ont été faites au moyen de l'interféromètre de Michelson regardé stroboscopiquement, car je désirais que le diaphragme fût absolument libre dans ses mouvements. Pour rendre l'appareil portatif, ce dispositif a été abandonné et remplacé par l'observation du déplacement d'un miroir avec un télescope, comme dans le phonomètre de Max Wien. L'interféromètre (non représenté) est attaché temporairement à l'extrémité frontale ou réceptrice, pour contrôler les indications du miroir. Dans l'oculaire micrométrique 2, ajustable avec cinq degrés de liberté, on observe l'image du filament de la petite lampe 4, alimentée, par l'intermédiaire du commutateur 25, par trois piles sèches placées dans le cylindre 10 sur lequel s'ajuste par un joint à baïonnette le tube 7. L'image verticale du filament est étirée en une bande horizontale.

Le disque d'aluminium 12 est porté au centre du trou de la plaque frontale au moyen de trois fils d'acier fixés à une extrémité par la pièce 13 et enroulés à l'autre sur les pointes 8, tournées par des vis de l'extérieur, l'une étant contrôlée micrométriquement par un levier et une vis 17, qui opère la syntonisation. Les fils passent sur l'une ou l'autre de deux séries de trois ponts appliqués sur la plaque terminale. L'objectif du dispositif d'observation télescopique est le petit miroir concave 5, dont le dos constitue son propre levier court, étant directement mû par une pointe 16 portée par la pièce 13, qui porte le disque 12. Au lieu d'être pivoté sur pierres, le miroir est porté par une languette de torsion 9, coupée dans une feuille d'acier mince avec une projection latérale carrée sur laquelle le miroir 5 est cimenté. La languette est maintenue par des étriers et sa tension peut être ajustée au moyen d'une vis 11, portant sur un ressort (à l'intérieur). Deux ajustements micrométriques sont assurés par le fait que la languette est portée sur un culbuteur 3, pivotant sur deux vis 6, ce qui permet un déplacement latéral de façon à changer le bras de levier du miroir 5, et ainsi l'agrandissement du mouvement. Le mouvement latéral de l'image dans le champ de l'oculaire est obtenu par un mouvement lent du culbuteur, contrôlé à son extrémité inférieure par une vis accessible du dehors. Tous les autres ajustements de l'image s'opèrent à l'extrémité oculaire.

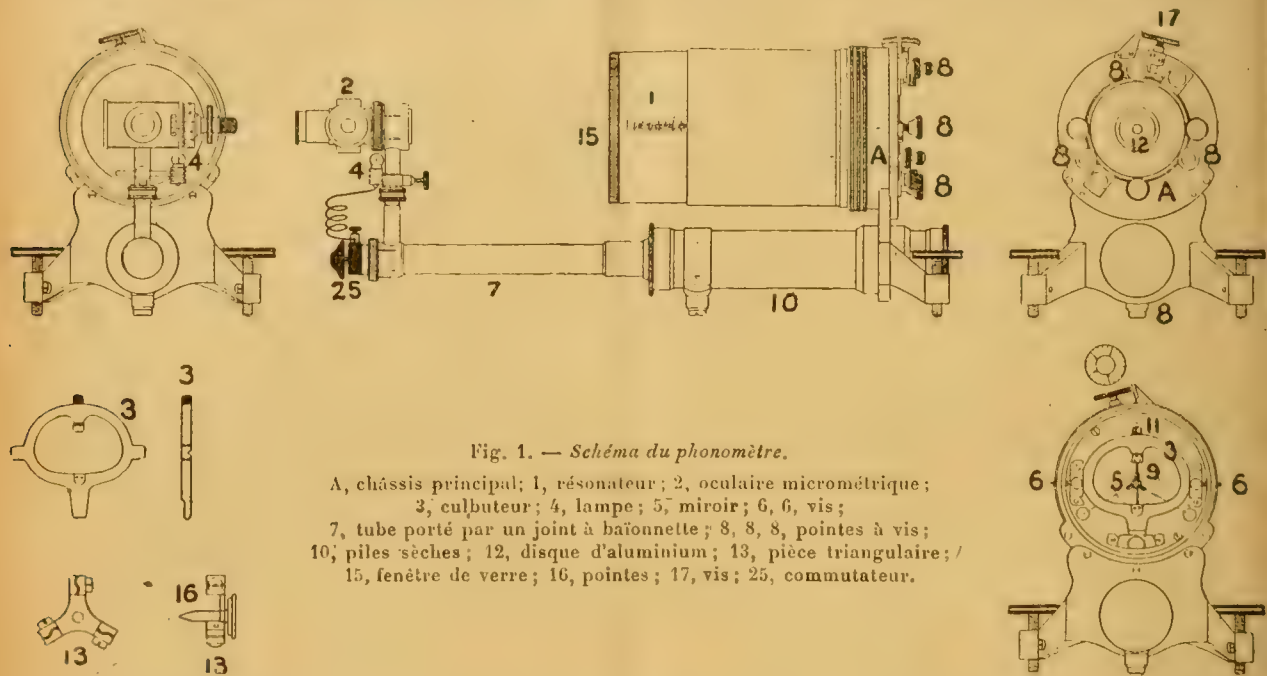


Fig. 1. — *Schéma du phonomètre.*
A, châssis principal; 1, résonateur; 2, oculaire micrométrique; 3, culbuteur; 4, lampe; 5, miroir; 6, 6, vis; 7, tube porté par un joint à baïonnette; 8, 8, 8, pointes à vis; 10, piles sèches; 12, disque d'aluminium; 13, pièce triangulaire; 15, fenêtre de verre; 16, pointes; 17, vis; 25, commutateur.

Avec le bras de levier habituel de 1/4 à 1/3 de millimètre entre la pointe et l'axe du miroir, et une distance de 40 cm. au réticule de l'oculaire, on obtient un agrandissement de 2.400, et comme on peut lire à 1/10 de mm. près sur le réticule, on peut déceler un déplacement de 1/24.000 de mm. du disque vibrant, c'est-à-dire du même ordre qu'avec l'interféromètre et bien plus faible qu'avec le microscope. Le phonomètre est aussi sensible que l'oreille normale, quoique sur un intervalle très limité.

II. — Le Phone

Le phone, après avoir passé par différentes formes, possède actuellement une disposition en relation étroite avec le phonomètre, particulièrement en ce qui concerne la possibilité de le syntoniser. La figure 2 représente la forme actuelle.

Le disque 3, placé au centre du trou du résonateur, supporté par des fils et des pointes de réglage 7, est actionné par un électro-aimant 9, dont le courant est interrompu par un diapason à entretien électrique séparé, avec pointe en platine plongeant dans du mercure. Si la pureté absolue du son n'est pas nécessaire, et si l'on n'a pas d'objections contre le léger crépitement toujours associé avec un contact sec, on peut employer un interrupteur à ressort; mais en général il est préférable d'avoir une série de diapasons utilisables avec un montage interchangeable, pour contrôler le phone à diverses hauteurs.

L'année dernière, j'ai pris connaissance du pliotron, et j'ai trouvé que c'est un instrument remarquablement adapté à la production de courants variables harmoniquement. Je l'ai donc adopté à la place du diapason à interrupteur, car il peut être instantanément accordé à une hauteur quelconque, et l'on est ainsi libéré de la nécessité de se restreindre à 3 ou 4 hauteurs, car l'on en possède un intervalle continu.

L'intensité du son émis est mesurée par l'amplitude de la vibration du disque, lue au micromètre 10, pointé sur une fente fine tracée sur l'argenture d'un morceau de couvre-objet 5 porté par le disque et éclairé par une lampe à incandescence et un condenseur non représentés.

Remarquons que ce phone peut être employé comme phonomètre pour des sons assez forts, comme ceux du chant, qui provoquent une vibration considérable dans le microscope. Ce phone produit des sons d'une façon beaucoup plus efficace que tout autre instrument connu.

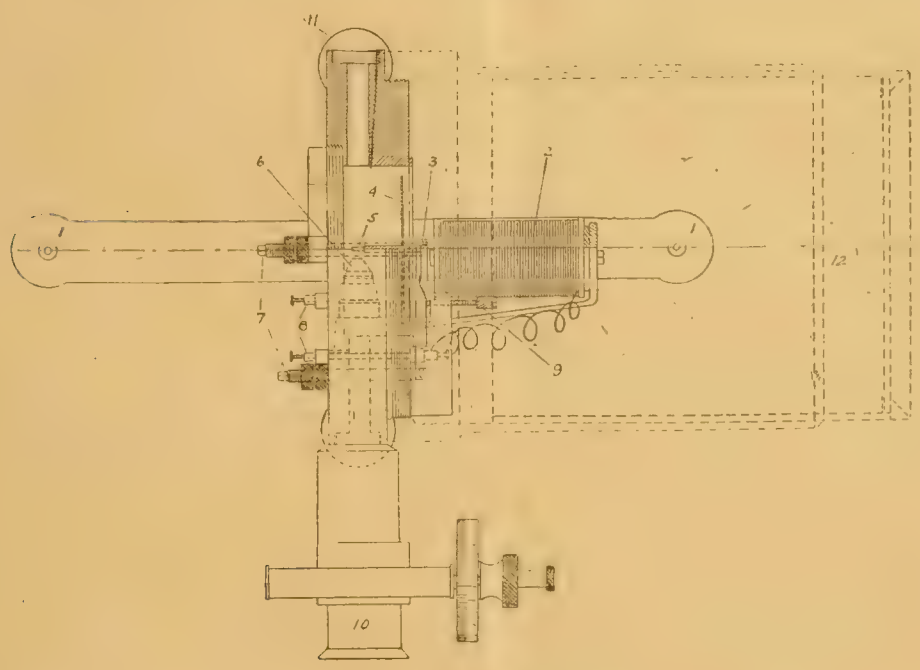


Fig. 2. — *Schéma du phone.*

3, disque placé au centre du résonateur ; 5, morceau de couvre-objet argenté et strié d'une fente ; 7, pointe de réglage ; 9, électro-aimant ; 10, micromètre.

III. — Propagation et distribution du son

La troisième partie de mes recherches a porté sur la détermination du coefficient de réflexion du sol. Dans ce but, le phone est placé à une hauteur suffisante et le phonomètre à une distance convenable. Puis on déplace ce dernier en avant et en arrière à la même hauteur, et l'on reconnaît immédiatement qu'il se produit une interférence entre le phone et son image, provoquant une variation de l'intensité du son. J'ai obtenu différentes courbes pour différents coefficients de réflexion. Quand la réflexion est nulle, c'est-à-dire quand le sol est parfaitement noir au point de vue acoustique, on obtient une hyperbole rectangulaire. L'existence du minimum est frappante, même pour l'observateur le moins exercé. J'ai trouvé que le coefficient de

réflexion d'un sol herbeux ou d'une surface couverte de gravier est d'environ 95 %. L'ensemble des mesures aux deux appareils et la transmission comportent une exactitude probablement supérieure à 2 %.

Mes appareils ont permis d'exécuter toute une série d'expériences. En attachant au phonomètre un long tube de verre ou antenne, il est possible d'explorer toutes sortes d'espaces, comme le champ à l'intérieur d'un pavillon ou d'un tube recouvert de substances absorbantes. La théorie en a été complètement vérifiée. Pour étudier la transmission du son, on fixe un morceau de la substance entre deux anneaux de fonte lourds, cimentés contre une ouverture percée dans une paroi en briques, ce qui élimine tout autre son que celui qui traverse la substance à étudier. La transmission à travers les portes, les fenêtres, les parois et les cabines téléphoniques peut être étudiée très rapidement, et les coefficients d'absorption et de réflexion déterminés.

J'ai enfin établi un instrument pour la détermination de la direction des signaux envoyés dans le brouillard, que j'appelle un *phonotrope;* de même que l'héliotrope se tourne vers le soleil, radiateur de chaleur, le phonotrope se tourne vers le radiateur de son. Cet instrument se compose de deux pavillons égaux, amenant le son sur les côtés opposés du même disque. Il est disposé de façon à être rapidement tourné dans la direction de la sirène; quand celle-ci siffle, la bande lumineuse s'élargit. On fait alors tourner lentement l'instrument jusqu'à ce que la bande réduise sa largeur à zéro; la sirène est à ce moment juste en face. J'ai utilisé cet instrument à Pensacola pour déterminer la direction d'un aéroplane dans la nuit. Il est aussi sensible que l'oreille; mais, par suite du principe de Doppler, le continuel va-et-vient de l'aéroplane fait varier la hauteur du son, de sorte que l'appareil n'est plus accordé. J'ai établi une modification qui doit remédier à cet inconvénient.

Mes appareils me paraissent pouvoir être utilisés avec avantage par les physiciens, les ingénieurs, les physiologistes et les médecins (comme stéthoscope)[1].

A. G. Webster,
Professeur à l'Université Clark,
Worcester (Mass.).

1. D'après deux mémoires de l'auteur publiés dans les *Proc. of the American Institute of Electrical Engineers*, t. XXXVIII, n° 7, pp. 889-900; juillet 1919, et les *Proc. of the National Academy of Sciences of the U. S. of America*, t. V, n° 5, pp. 173-179; mai 1919.

UNE NOUVELLE CLASSIFICATION GÉNÉRALE DES CLIMATS

Dans un mémoire récent[1], M. W. Koppen a présenté une étude détaillée sur la classification des climats et leur répartition à la surface du globe terrestre. Il nous paraît intéressant de reproduire ici, d'après le *Bulletin mensuel de l'Institut international d'Agriculture*[2], les principales données de cet important travail.

I. — Principe de la classification

La classification de l'auteur est basée sur deux seuls facteurs météoriques : températures et précipitations, et il tient compte à la fois de leurs valeurs absolues et de leur répartition dans l'année. Il distingue : 11 types de climat principaux désignés sur la carte par des lettres et par des couleurs différentes, quelques types secondaires ou de transition (« Nebenformen ») et de nombreux sous-types, désignés par des lettres ou des groupes de lettres.

1. *Petermann's Mitteil.*, t. LXIV, pp. 193-203 et 243-248; sept.-déc. 1918.
2. N° de mai 1919, p. 558 et suiv.

Voici d'abord les 11 types principaux :

I. — Climats humides de la zone tropicale :

1) *Cl. des forêts tropicales* ..... *Af*
2) *Cl. des savanes* ..... *Aw*

II. — Climats arides :

3) *Cl. des steppes* ..... *BS*
4) *Cl. des déserts* ..... *BW*

Ces 4 climats présentent des conditions thermiques identiques : températures élevées toute l'année (pas d'hiver); par contre, ils diffèrent les uns des autres par les précipitations, qui diminuent progressivement de 1 à 4.

III. — Climats tempérés chauds avec pluies :

5) *Cl. tempérés chauds à hiver sec* ..... *Cw*
6) *Cl. tempérés chauds à été sec* ..... *Cs*
7) *Cl. tempérés humides* ..... *Cf*

IV. — Climats subarctiques :

8) *Cl. froids à hiver humide* ..... *Df*
9) *Cl. froids à hiver sec* ..... *Dw*

V. — Climats neigeux :

10) *Cl. des toundras* ..... *E*
11) *Cl. des glaces éternelles* ..... *F*

La *biosphère* (partie de la terre où la vie est possible) est comprise entre deux climats extrêmes : celui des déserts (*xérosphère*) et celui des

glaces éternelles (*cryosphère*), avec, de chaque côté, une zone de transition, à savoir, respectivement, celle des *steppes* (intermédiaire entre la xérosphère et la biosphère) et celle des *toundras* (intermédiaire entre la biosphère et la cryosphère). Dans chacune de ces zones, la vie est encore possible, mais fort réduite : ainsi la flore des steppes ne comprend que quelques graminées spontanées, et celle des toundras seulement des mousses.

II. — Limites des types de climat principaux

Comme ligne de démarcation entre la cryosphère et la biosphère, on peut considérer la limite des glaces éternelles, c'est-à-dire le lieu des points où la quantité de neige tombée est égale à la quantité qui fond, ce qui empêche une accumulation progressive. Il est difficile de déterminer exactement ce lieu en se basant sur les données météorologiques, par le fait que ce phénomène dépend de nombreux facteurs agissant à des degrés divers ; toutefois, M. Koppen croit pouvoir, pour les besoins de son étude, considérer comme facteur prédominant les températures d'été et, comme limite entre la biosphère et la cryosphère (ou, plus exactement, entre la toundra et la cryosphère), le lieu des points où la température moyenne du mois le plus chaud ne dépasse pas 0° C.

Pour déterminer la limite entre la biosphère et la xérosphère (ou, plus exactement, entre le steppe et la xérosphère), l'auteur emploie la combinaison suivante de températures (en degrés centigrades) et de précipitations (en cm.), basée sur le fait que, plus la température augmente, plus augmente aussi l'évaporation et, par suite, la quantité de pluie nécessaire pour empêcher la formation du désert :

Températures		>25°	25-20°	20-15°	15-10°	10-5°	5-0°
Pluies	Limite du désert	32	29	26	23	20	16
	Limite du steppe	64	58	52	46	40	32

En dehors de la xérosphère, de la cryosphère, des toundras et des steppes, toutes les autres zones du globe ont des températures et des pluies suffisantes pour le développement de la végétation arborescente. On y établit 3 grandes divisions : 1) *zone mégathermique* (*A*), à températures constamment hautes ; — 2) *zone mésothermique* ou *tempérée* (*C*) ; — 3) *zone microthermique* ou *froide* (*D*) ; — de plus, entre *A* et *C* est comprise la zone aride *B*. Le lieu des points où la température moyenne du mois le plus froid ne descend pas au-dessous de 18° sépare *A* de *C*, et le lieu des points où la température moyenne du mois le plus chaud ne dépasse pas 10° (limite de la végétation arborescente) sépare *D* de la région des toundras *E*. La limite entre *C* et *D* est donnée par la température du mois le plus froid : — 2°.

Dans l'hémisphère austral, l'isotherme —2° du mois le plus froid ne concerne pas la terre ferme et se trouve plus près du pôle que l'isotherme + 10° du mois le plus chaud, qui traverse l'extrémité méridionale de l'Amérique au sud. En allant de l'équateur au pôle, avant de rencontrer la limite entre *C* et *D*, on trouvera donc la toundra, en sorte que l'hémisphère austral est privé de toute la zone *D*, la zone *C* constituant presque la dernière région climatique continentale vers le sud. En effet, le climat de la toundra est très peu représenté ; ainsi, au cap Horn, la température moyenne du mois le plus chaud est inférieure à 10° (9°,1) et celle du mois le plus froid est supérieure à — 2° (—0°,1 en juillet), en sorte qu'avec l'élévation de la température moyenne du mois le plus chaud au-dessus de 10°, on passe directement de la toundra au climat C.

Les autres subdivisions des zones mégathermique, mésothermique et microthermique sont basées sur la quantité et la répartition des précipitations.

Zone mégathermique. — Etant donnée l'uniformité de la température, l'effet des pluies est toujours le même, quelle que soit la saison ou bien l'époque où elles tombent. On y distingue 2 climats : celui des forêts tropicales, constamment humide, et celui des savanes, avec un intervalle de sécheresse plus ou moins long, mais jamais assez pour empêcher la végétation arborescente.

Zone mésothermique. — Dans cette zone, où la limite équatoriale est donnée par la température moyenne + 18° du mois le moins chaud et la limite polaire par la température moyenne —2° du mois le moins froid, on peut distinguer trois groupes de climats suivant qu'il y a ou non une période sèche et suivant que cette période se trouve dans la saison chaude ou dans la saison froide :

1) Climat hygromésothermique ou tempéré humide, sans période sèche bien marquée, désigné par le symbole *Cf*.

2) Climat tempéré chaud avec période sèche en hiver, désigné par le symbole *Cw*.

La limite entre *Cf* et *Cw*, qui est le mois à maximum de pluies de la saison chaude, a un total de précipitations 10 fois plus fort que le mois le plus sec de la saison froide. Avec la diminution de ce contraste, on se rapproche de plus en plus du climat *Cf*.

3) Climat tempéré chaud avec période sèche en

été, désigné par le symbole *Cs*. C'est le climat caractéristique des côtes de la Méditerranée et il se trouve aussi, à un degré moindre, dans d'autres régions des hémisphères boréal et austral : Californie — côtes du Chili entre 31 et 38° de latitude S — angle S-W de la Colonie du Cap (Afrique) — quelques provinces de l'Australie.

La limite entre *Cs* et *Cf* est le mois d'été le plus sec où le total de pluies ne dépasse pas 1/3 des précipitations du mois le plus humide de la saison froide.

Zone microthermique.— 2 types de climat : 1) à hiver humide (Europe septentrionale et Sibérie occidentale); — 2) à hiver sec (Sibérie orientale, Transbaïkhalie, Mandchourie).

III. — Classification détaillée et formules des divers types de climat

L'auteur étudie ensuite en détail, à côté des 11 types principaux, les types secondaires ou de transition et les sous-types, et indique la manière d'établir la formule de chacun d'eux, en employant la liste alphabétique suivante des symboles adoptés et de leur signification :

A = Climats tropicaux pluvieux; température moyenne mensuelle jamais inférieure à 18°.
B = Climats arides.
C = Climats tempérés chauds; température moyenne du mois le moins chaud entre 18° et —2°.
D = Climats avec hivers froids et pluies; température moyenne du mois le plus froid inférieure à —2°; celle du mois le plus chaud supérieure à 10°.
E = Climats des toundras; température moyenne du mois le moins froid entre 0° et 10°.
F = Climats des glaces éternelles; température moyenne du mois le moins froid inférieure à 0°.
H = Climats de haute montagne (au-dessus de 3.000 m. d'altitude).
S = Climats des steppes.
W = Climats des déserts.
a = Température moyenne du mois le plus chaud supérieure à 22 .
b = T. m. du mois le plus chaud inférieure à 22°, plus de 4 mois ayant une t. m. supérieure à 10°.
c = Moins de 4 mois à t. m. dépassant 10°, la t. m. du mois le plus froid restant supérieure à —36°.
d = Comme en *c*, mais avec t. m. du mois le plus froid inférieure à — 36°.
f = Humidité constante (assez de pluie ou de neige tous les mois).
g = Oscillation annuelle de température du type du Gange, avec maximum avant le solstice d'été et la saison de pluies estivale.
h = Climat très chaud; t. m. annuelle supérieure à 18°.
i = Température uniforme; oscillation annuelle inférieure à 5°.
k = Climats à hivers froids; t. m. annuelle inférieure à 18°; t. m. du mois le plus chaud supérieure à 18°.
k' = Comme en *k*, mais t. m. du mois le plus chaud inférieure à 18°.
m = Pluies de mousson; climat favorisant la forêt tropicale malgré une période sèche.
n = Brouillards fréquents.
n' = Brouillards peu fréquents, mais forte humidité de l'air malgré le manque de pluies, et températures relativement basses (celle de l'été inférieure à 24°).
p = Comme en *n'*, mais avec t. m. de l'été supérieure à 28°.
p' = Comme en *n'*, mais avec t. m. de l'été entre 24 et 28°.
s = Période sèche en été } dans chaque hémi-
w = Période sèche en hiver } sphère.
s' et *w'* = Comme en *s* et *w*, mais avec période pluvieuse vers l'automne.
s'' et *w'* » » » » mais avec 2 périodes pluvieuses séparées par une période sèche.
u = Régime thermique du type soudanais, avec le mois le moins chaud après le solstice d'été.
v = Régime thermique du cap Vert, avec époque la plus chaude en automne.
x = Climat de transition avec pluies maxima au début de l'été et en automne, et période sèche à la fin de l'été.
x' = Cl. de transition avec pluies maxima après le solstice d'été, et période sèche dans la 2e moitié du printemps.
x'' = Cl. de transition avec pluies rares, mais violentes, à toutes les saisons.

IV. — Types secondaires ou de transition

On peut mentionner :

1) *Climats de haute montagne à température uniforme*, où l'oscillation annuelle maximum de température est inférieure à 5°; désignés par la lettre *i* ajoutée aux symboles de la formule.

2) *Climats des forêts tropicales de haute futaie.* — Malgré l'existence d'une période sèche, tout le reste de l'année les précipitations sont si abondantes que les réserves d'eau accumulées dans le terrain suffisent aux besoins de la végétation arborescente pendant ladite période ; ainsi, sur les côtes du Malabar, où la somme annuelle des précipitations dépasse 200 cm., la forêt tropicale se développe même sur des territoires où la période sèche atteint 4 mois. — Ce type de transition au climat des savanes est compris dans la zone *A* et reçoit la lettre distinctive *m*; exemple : *Am*.

3) *Couches basses très humides de l'atmosphère le long des côtes de régions désertiques*, contrastant avec l'air sec des déserts continentaux et des steppes. Il peut se présenter 2 cas différents : *a*) mers intérieures en région désertique; le long de leurs côtes, l'air est chaud, humide, opprimant et malsain; formule : *Bp* (mer Rouge, golfe Persique, golfe de Californie); des conditions analogues, mais un peu atténuées, s'observent dans la région côtière de Gabès à Alexandrie; formule *Bp'*; — *b*) dans des régions éloignées de l'équateur, plus froides, par conséquent, que les précédentes (t. m. ann. 12°-20°), mais analogues à celles-ci, la vapeur d'eau se condense en brouillards, surtout durant la saison froide; c'est le cas au Pérou, au Chili septentrional, sur les côtes de l'Afrique occidentale allemande, et on le désigne par la formule *Bn*. Des conditions analogues, mais avec brouillards moins abondants, se rencontrent sur certains tronçons des côtes méridionales de la Californie,

sur la partie méridionale de la côte atlantique du Maroc et sur les côtes sud-est de la Somalie, et reçoivent la formule *Bn'*, les lettres *n* et *n'* servant à caractériser ce type de climat désertique brumeux.

4) *Climats de transition à celui des steppes* (caractérisés par une des lettres distinctives *x*—*x'*—*x''*), aux environs du 40e parallèle (45e en Europe, 39e dans l'Amérique du Nord, 37e en Australie, 34e dans le Sud africain), là où le climat des steppes est au contact du climat tempéré humide *Cf* ou du climat méditerranéen *Cs*. Leur caractéristique est l'existence de précipitations maxima à fin printemps-début de l'été et en automne, la seconde moitié de l'été étant, au contraire, sèche et à ciel clair; exemples : plaine du Pô (Italie), Castille (Espagne), Centre de la France, Croatie, plaines hongroise et roumaine, état de Victoria (Australie), une grande partie de l'intérieur des États-Unis. La répartition des pluies dans les prairies est très analogue à celle observée dans les steppes de la Russie méridionale, et les abondantes précipitations de printemps-été ont une grande importance agricole. Lettre distinctive : *x*.

Au Mexique, une large bande de territoire a des climats analogues de transition à celui des steppes, mais les précipitations maxima s'y produisent après le solstice d'été et il y a une période sèche dans la seconde moitié du printemps. Lettre distinctive : *x'*.

Dans l'hémisphère austral, le climat tempéré humide *Cf* est peu représenté; il se trouve surtout dans l'Uruguay et dans la région de la Plata (pampas), mais les pluies, quoique abondantes, y sont irrégulièrement réparties sous forme d'averses qui ne pénètrent pas dans le sol de façon à y assurer les réserves d'eau, mais se perdent rapidement en ruisselant à la surface. L'aspect de steppe que présente cette région privée d'arbres est certainement dû, non seulement aux vents, mais aussi à cette répartition défavorable des pluies, désignée, dans les formules climatiques, par la lettre *x''*. — Ces types de transition *x*-*x'*-*x''* sont compris dans la zone *Cf*.

	Types principaux	Types de transition	Sous-types
1	*Af*	*Am*	s, s', s'' w, w', w''
2	*Aw*	*As*	
3	*BS*	*Bn, Bn', Bp*	*h, k, k'* (s, w)
4	*BW*		
5	*Cs*	—	*a, b*
6	*Cw*	*Cx, Cwi, Cfi*	*a, b (g)*
7	*Cf*		
8	*Dw*	—	*a, b, c*
9	*Df*		
10	*E*	*Ei, EH*	—
11	*F*	*Fi, FH*	—

Le Tableau précédent rassemble les principales formules concernant les 11 types de climat principaux, les types de transition et les sous-types.

V. — Répartition des climats

A défaut de la carte des climats du globe, qui ne peut être reproduite, voici une liste des divers climats, représentés par leur formule, avec, en regard, des localités ou régions qui les possèdent :

1
- *Afw* = Cameroun, Seychelles, Batavia, Simsonhafen.
- *Afw'* = Maurice, S-E des îles Célèbes, Nouvelles-Hébrides, Porto-Rico, Para.
- *Afw''* = Daressalam, Colombo, N des îles Célèbes, Greytown, Jamaïque, Iquitos.
- *Afs* = Amboine, Finschhafen, Pernambouc.
- *Afs'* = E de Ceylan.
- *Amw* = Bombay, Akyab. — *Amw'* = Aparri (Philippines). — *Amw''* = Tenasserim.

2
- *Aw* = Sénégal, Mozambique, Calcutta, Manille, Vera-Cruz, Cuyaba, etc.
- *Aw'* = Madras, Nouvelle-Calédonie, Matamoros, Guyaquil, Ceara.
- *Aw''* = Bangkok, Guatémala, Panama, Port-au-Prince.

3
- *BShw* = Tombouctou, Khartoum, Karatschi, Alice Springs, San Luis (Argentine), etc.
- *BShs* = Gabès, Bakou, Tulare (Californie), Calvinia, Port Augusta.
- *BSk* = Odessa, Barnaul, Denver (Colorado, E.-U.). *BSk'* = Chubut.
- *Bn* = Swakopmund, Iquique. — *Bn'* = Agadir. — *Bp* = Massaoua, Buschir. — *Bp'* = Alexandrie (Egypte).

4
- *BWh* = Le Caire, Strangways (Australie), San Juan (Argentine), etc.
- *BWk* = Astrakan, El Paso (Texas, E.-U.), Limay (Argentine), etc.
- *BWk'* = Santa Cruz (Patagonie).

5
- *Cwag* = Delhi, Hong-Kong, Gondar, Mexico, Halls Creek (Australie).
- *Cwa* = Tsingtau, Kimberley, Mackay (Australie), Tatuhy (Brésil).
- *Cwb* = Pietermaritzburg, Nova Friburgo (Brésil).
- *Cwi* = Addis Abeba, Quito, etc.

6
- *Csa* = Naples, Smyrne, Sacramento, Adelaïde.
- *Csb* = Oporto, San Francisco, le Cap, Valparaiso.

7
- *Cfa* = Nagasaki, New-Orleans, Brisbane. — *Cfax''* = Buenos-Aires.
- *Cfb* = Hambourg, Melbourne, Auckland, Valdivia, Curitiba.
- *Cfx* = Milan, Budapest, Saint-Louis, Port Elisabeth.
- *Cfi* = Chimax (Guatémala), Cinchona Plant (Jamaïque), Bogota.

8
- *Dfa* = Omaha, Cleveland.
- *Dfb* = Riga, Sitka, Montréal.
- *Dfc* = Haparanda, Tobolsk, Yukon, Fort York.

9
- *Dwa* = Pékin. — *Dwb* = Blagowetchensk. — *Dwc* = Nertchinsk.
- *Dwd* = Iakoutsk.

10
- *E* = Nouvelle-Zemble, Kerguelen, cap Horn, etc.
- *EH* = Säntis, Pikes Peak, Mount Washington.
- *EHi* = Kamerunpik, Antisana.

11
- *F* = Mac Murdo-Sund, Snow Hill, etc.
- *FH** = Mont Blanc, Gaurisankar, Mount Elias, Orizaba, Aconcagua.
- *FHi** = Kilimandjaro, Chimborazo.

(*) Calculé.

LES RÉSULTATS DES RECHERCHES RÉCENTES SUR L'AUTRUCHE

PREMIÈRE PARTIE

Les gracieuses plumes de l'autruche ont été employées dans un but décoratif depuis un temps immémorial. Aucun ornement personnel n'est aussi attrayant, et on le rencontre dans les kraals indigènes aussi bien que sur les trônes des rois et des reines.

Les plumes d'autruche ont été d'abord le produit de la chasse de l'animal sauvage, et elles ont acquis une telle valeur que cet oiseau se serait éteint depuis longtemps si l'on n'en avait entrepris la domestication. De ce fait, les autruches ont vu leur nombre s'accroître rapidement dans les fermes d'élevage de l'Afrique du Sud, au point d'atteindre près d'un million en 1913 : exemple typique d'un animal sauvé de l'extinction et se multipliant grâce à l'intervention de l'homme.

Il y a 50 ans à peine que l'on a envisagé sérieusement la possibilité de l'élevage de l'autruche. Dans des conditions convenables, l'oiseau est arrivé à s'adapter aux restrictions de la vie des fermes et à se reproduire librement, et en peu de temps l'industrie de l'autruche est devenue l'une des principales entreprises de certaines régions de la colonie du Cap. Elle a atteint son apogée avant la guerre, en 1913, où l'on a exporté pour 75 millions de francs de plumes, principalement en Europe et aux Etats-Unis. Comme article de luxe, les plumes d'autruche ont naturellement souffert de la longueur de la guerre, mais il est à présumer que cette industrie reprendra son essor quand les conditions économiques se seront améliorées.

Quoique l'autruche soit indigène en Afrique, on a reconnu que l'oiseau domestiqué prospère et se reproduit dans des conditions diverses, et la nature rémunératrice de son élevage a provoqué son introduction dans d'autres parties du monde, spécialement dans l'Arizona et la Californie aux Etats-Unis, ainsi qu'en Australie et en Nouvelle-Zélande. Toutefois, les plumes produites dans ces régions ne sont nullement égales à celles qui croissent dans l'Afrique du Sud, et comme on n'élève l'oiseau que pour son plumage, il est douteux que cette industrie soit un succès en dehors des limites de l'Afrique. Comme pour beaucoup d'autres produits animaux et végétaux très spéciaux, les particularités du sol, du climat et le milieu général ont une grande influence sur le résultat final, et même parmi les régions à autruches de l'Afrique on constate des différences marquées dans le degré de perfection du plumage des animaux.

I. — L'ÉLEVAGE DE L'AUTRUCHE

Ce n'est pas un mince résultat pour l'éleveur sud-africain d'avoir, en moins de 50 ans, amené l'autruche sauvage, très nerveuse, à un état complet de domestication, établi les détails de traitement nécessaires pour la production des récoltes successives de plumes d'une grande perfection, combattu les diverses maladies parasitaires auxquelles l'oiseau est sujet, élaboré les méthodes de reproduction et d'élevage des jeunes, et, par sélection, amélioré le plumage jusqu'à l'état actuel de perfection.

Un fait très frappant pour le physiologiste, c'est l'extraordinaire sensibilité de la croissance des plumes. Si l'oiseau n'est pas parfaitement nourri pendant les six mois nécessaires à la croissance et à la maturation d'une récolte de plumes, le caractère et la qualité du plumage en souffrent. La plume est un produit épidermique, nourri par une longue moelle dermique, et, comme toutes les structures de ce genre — poils, griffes, sabots et cornes, — elle répond d'une façon délicate aux variations nutritives et aux changements des conditions extérieures. Même les variations normales de la pression sanguine entre la nuit et le jour laissent souvent leurs traces sur la plume en état de croissance, sous forme d'anneaux nocturnes et diurnes. Ceux-ci représentent des différences alternantes de densité dans l'accroissement de la plume nouvelle, et sont la base des défauts dominants connus techniquement sous le nom de « barres ». Les plumes les plus longues croissent à raison de 6 mm. par jour, et toutes les plumes sont autant de cylindres projetés, pleins de capillaires sanguins, fermés à l'extrémité extérieure et ouverts en bas à l'afflux du sang. Le maintien de la pression sanguine uniforme nécessaire à la plume en croissance pour atteindre sa plus grande perfection exige un apport constant d'aliments très nourrissants, tels que luzerne, colza, betterave et toutes sortes de grains. On peut dire qu'aucun animal n'est autant soigné et rassasié que l'autruche domestiquée de première qualité.

Le moyen d'obtenir une récolte de plumes complète et uniforme n'est pas sans intérêt pour le zoologiste. Dans l'Afrique du Nord, on arrache généralement le plumage entier du corps, des

ailes et de la queue, mais cette méthode aboutit à une rapide détérioration des récoltes successives. Dans l'élevage méthodique, on enlève seulement les trois rangées principales de plumes des ailes, ainsi que celles de la queue. En procédant avec soin, on peut obtenir année après année, pendant 50 ans ou plus peut-être, un

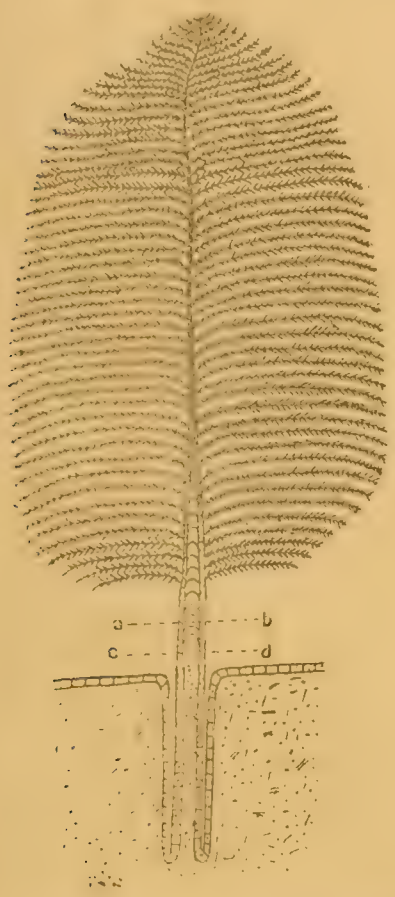


Fig. 1. — *Stade auquel les plumes sont coupées pour éviter une lésion de l'oiseau.*

La coupe a lieu suivant la ligne *ab*, la moelle s'étant retirée au-dessous; la coupe suivant la ligne *cd* exposerait la moelle et produirait une hémorragie.

plumage du même caractère. Pour l'éleveur, l'objectif est de maintenir toutes les plumes commerciales au même état de croissance en même temps, en d'autres termes de maintenir la récolte uniforme. La méthode ordinaire ne suffit pas, car la mue des diverses plumes est irrégulière; quelques-unes n'ont poussé que partiellement, tandis que d'autres sont arrivées à maturité ou l'ont dépassée. D'autre part, si on laissait les plumes sur l'oiseau jusqu'au moment de la mue naturelle, il en résulterait une sérieuse détérioration et dépréciation de valeur par suite de l'usure qui se produit pendant les deux ou trois mois qui suivent la maturation. Aussi toutes les plumes sont coupées (fig. 1) dès que le plumage est complètement développé, et on laisse le tuyau dans son alvéole jusqu'à ce qu'il soit arrivé à son tour à maturité, ce qui nécessite au moins deux mois après le coupage.

La première coupe a lieu quand les jeunes autruches sont âgées de 6 mois; toutes les plumes commerciales, appelées techniquement *spadonas*, sont enlevées. Les tuyaux restants mûrissent complètement en 2 mois environ: la moelle, avec ses vaisseaux sanguins et ses nerfs, se retire et la pointe du tuyau s'arrondit. Abandonnés à la mue naturelle, les tuyaux seraient expulsés à différentes époques et la seconde récolte de plumes commencerait à croître d'une manière irrégulière. Pour prévenir cela, on retire à la main tous les tuyaux quand ils sont mûrs, les jeunes étant âgés d'environ 8 mois; et invariablement l'enlèvement d'un tuyau agit comme un excitant sur le germe d'une nouvelle plume au fond de l'alvéole ou follicule. Tous les vieux tuyaux étant retirés simultanément, les nouvelles plumes commencent à croître ensemble, et l'on obtient une seconde récolte complète et uniforme au bout de 6 autres mois, c'est-à-dire lorsque l'oiseau est âgé de 14 mois. Les mêmes opérations se répètent de nouveau. La troisième récolte représente en général la maturité du plumage; c'est la meilleure que l'oiseau donnera. Mais, en prenant les soins nécessaires, la dépréciation est très faible pendant un certain nombre d'années.

Le rognage des plumes mûres est comparable à la coupe des cheveux chez l'homme ou à la tonte de la laine chez la brebis, c'est-à-dire qu'il ne s'accompagne d'aucune souffrance quand la croissance est complète. L'enlèvement des tuyaux mûrs ne fait que devancer et rendre simultané le processus naturel, plus lent et irrégulier, de la mue. C'est pourquoi toutes les mesures législatives récentes sur la prohibition du commerce des plumes ont fait une exception pour le plumage de l'autruche.

L'autruche sauvage se reproduit vers 4 ou 5 ans, mais l'oiseau domestiqué commence entre 2 et 3 ans, parfois avant 2 ans : exemple remarquable de l'influence accélératrice d'une nourriture abondante sur les processus physiologiques de la reproduction, combinée avec un certain degré de sélection inconsciente de la part de l'éleveur. La période d'incubation de six semaines est assurée au nid par le mâle pendant la nuit et la femelle pendant le jour, ou artificiellement dans un incubateur.

Dans un climat sec, en l'absence d'attaques

parasitaires, les jeunes sont vigoureux et leur élevage ne présente aucune difficulté. Mais, à chaque génération nouvelle, la nature sauvage primitive de l'oiseau tend à reparaître, et doit être maîtrisée, la docilité acquise par les parents ne se transmettant pas aux descendants. Abandonnés à eux-mêmes pendant quelques semaines, ou même laissés avec les parents, leur sauvagerie naturelle reprend le dessus, et tout contrôle ultérieur devient pratiquement impossible. Pour surmonter cette tendance instinctive à retourner à l'état sauvage, il faut élever les jeunes, pendant la première année, en association étroite et constante avec le personnel de la ferme, de façon à ce que leur crainte nerveuse reste latente. La peur naturelle de l'homme chez l'autruche tourne à l'agression à la saison des amours ; le mâle peut s'élancer sur la personne qui, par mégarde et sans arme, entre sur son terrain, au camp ou dans le veld, et d'une ruade ou d'un coup de griffe, faire des blessures graves, même mortelles.

L'autruche domestiquée présente beaucoup d'intérêt pour ceux qui étudient le « comportement » des animaux. De même que d'autres animaux anciens de l'Afrique, comme la girafe, le rhinocéros et l'hippopotame, elle combine une taille maximum avec un minimum de cerveau. Comme eux et les grands Sauriens mésozoïques ou les Mammifères du début du Tertiaire, ses activités nerveuses sont surtout d'un caractère réflexe, et non mental. Si l'intelligence peut être définie comme l'aptitude à profiter de l'expérience, alors l'autruche manque d'une façon déplorable de cette qualité désirable.

Toutefois, sa stupidité proverbiale qui consisterait à cacher sa tête dans le sable quand elle est poursuivie, en croyant se dérober ainsi à la vue, ne repose sur aucun fait réel : l'origine de cet opprobre vient peut-être de l'instinct de simulation de la mort qui se manifeste chez le jeune quand, subitement alarmé, il se rabat, son long cou et sa tête couchés sur le sol. Quand on manipule l'oiseau, pour lui couper les plumes ou arracher les tuyaux, on lui couvre les yeux, ce qui calme son inquiétude nerveuse.

L'attachement personnel, que tous les animaux domestiques témoignent à ceux qui prennent soin d'eux, fait totalement défaut chez l'autruche. Une lueur de distinction entre les personnes familières et non familières, et une faible tendance à la formation des habitudes les plus simples, comme de venir à l'appel pour prendre sa nourriture ou de marcher plus rapidement le long des directions fréquentées, telle est pratiquement toute l'éducation dont cet oiseau est capable.

II. — Génétique de l'autruche

Les autruches domestiquées actuelles de l'Afrique du Sud résultent d'une sélection graduelle appliquée pendant près de 50 années par les éleveurs. Les souches originales étaient naturellement constituées par des oiseaux sauvages, et les meilleurs d'entre eux et de leurs descendants ont été employés à former les races supérieures actuelles. L'objet ultime de l'élevage est simple et bien défini : le fermier ne sélectionne qu'en vue de la production de la plume ; aucun autre caractère de l'oiseau n'est pris en considération. Pratiquement, il n'existe qu'une seule plume idéale : la plus grande, et celle qui combine au maximum tous les caractères : résistance, symétrie, densité et lustre. Aucune des souches originales de l'Afrique du Sud ne possède chacun de ceux-ci au plus haut degré, et l'objectif constant des éleveurs a été de les réunir en un seul type. Aucun n'y est encore arrivé, quoique plusieurs approchent du but. L'éleveur apprécie clairement la distinction des divers caractères de la plume, bien que dans sa sélection il procède surtout dans l'hypothèse d'une hérédité par mélange ; en pratique, cette méthode réussit, quoique le progrès soit lent et qu'on rencontre une grande variété chez les descendants. Quand le type de plume idéal aura été obtenu, on suppose qu'il restera « fixé » par la reproduction entre les oiseaux qui l'auront réalisé ; en fait, on ne procède que rarement à des croisements très divergents.

On reconnaît généralement que, malgré toute la sélection opérée, on n'a réalisé aucun progrès sur les meilleurs caractères des plumes répartis à l'origine parmi les lignées-souches, excepté ceux qui peuvent être attribués à l'amélioration de la nourriture et à d'autres conditions dépendant de la domestication. Tout ce que l'éleveur a obtenu, c'est de combiner dans une plume les meilleurs des caractères distribués à l'origine parmi les souches sauvages ; mais il n'a pas été possible de modifier aucun d'eux au delà des limites naturelles. Si l'on considère séparément ces caractères, la plume d'autruche fournit un exemple typique de l'impossibilité d'une amélioration continue par voie de reproduction sélective continue. Tout ce que ce procédé a donné, c'est la ségrégation des caractères les plus recherchés, mais aucune trace de « sport » ou de mutation n'a jamais été observée.

En comparant soigneusement les nombreuses

variétés commerciales de plumes d'autruche, dont chacune représente pour le spécialiste un type séparé ayant une valeur distincte, on est amené à se demander jusqu'à quel point les différences de dimensions, de densité, de forme et de lustre peuvent être considérées comme des variations fluctuantes, ou comme des caractères élémentaires. Les expériences d'élevage ont pleinement prouvé que la reproduction sélective d'un même type ne modifie aucune des minuties de ce type. Si un éleveur désire ajouter à sa lignée un caractère particulier, il doit se le procurer par l'intervention d'oiseaux dont le plumage le renferme. Les variations qui distinguent les types sont donc sans aucun doute germinales, non dues au milieu, et doivent être considérées comme représentant des caractères élémentaires définis. Combien de ces caractères élémentaires sont présents dans une seule plume d'autruche? Seule une analyse très détaillée permettra de le dire un jour.

III. — L'autruche du Nord et l'autruche du Sud

De vieilles chroniques ont révélé qu'à l'origine du commerce des plumes d'autruche, quand on n'exportait que le plumage des animaux sauvages, celui qui provenait de l'Afrique du Nord se vendait à des prix bien supérieurs à celui des oiseaux de l'Afrique du Sud. Il est donc raisonnable de supposer que le plumage de l'autruche du Nord est supérieur à celui de l'autruche sauvage originale du Sud, et que, malgré le perfectionnement de cette dernière, on peut se procurer des oiseaux fournissant un meilleur plumage, ou capables d'améliorer encore davantage celui de l'autruche sud-africaine. Depuis de longues générations, les Arabes et les indigènes de l'Afrique du Nord gardent l'autruche en captivité dans de petits enclos et en arrachent les plumes d'une façon barbare. Ces oiseaux ont été capturés jeunes dans le nid d'oiseaux sauvages, car il est impossible de tenir en captivité l'adulte sauvage. Les jeunes ne se reproduisent jamais en captivité, et le terme d' « élevage de l'autruche » ne peut guère s'appliquer aux conditions primitives d'existence de l'oiseau ainsi domestiqué. Dans ces circonstances, il n'a donc pu se produire aucune amélioration de l'autruche nord-africaine par sélection.

Ces considérations ont déterminé le Gouvernement de l'Union de l'Afrique du Sud à envoyer, il y a quelques années, une mission dans l'Afrique du Nord en vue de se procurer dans la région la plus favorable les meilleurs types d'oiseaux à plumage. Cette mission, dont la direction était confiée à M. R. W. Thornton, a abouti en 1912 à l'importation dans l'Afrique du Sud de 132 autruches du Nord, d'âges divers, provenant de la Nigeria. Celles-ci furent envoyées à l'Ecole d'Agriculture de Grootfontein, et j'ai été chargé de la direction des recherches qui ont été effectuées sur elles. Il est apparu rapidement qu'aucune des autruches importées n'était supérieure aux meilleurs oiseaux de l'Afrique du Sud, et qu'on n'en pourrait tirer d'avantages que par le croisement et le développement de certains caractères spéciaux, comme la résistance et la densité, où excelle l'autruche nigérienne.

Les expériences ont été actuellement poursuivies depuis plus de 4 ans; pendant cette période, on a élevé une centaine de jeunes provenant de croisements, ainsi qu'une vingtaine de jeunes nord-africains purs; quelques-uns des premiers croisements ont atteint l'âge où ils commencent à se reproduire, mais on n'a encore élevé que deux jeunes de la seconde génération. Le temps assez long qui s'écoule entre la maturité d'une génération et de la suivante (de 3 à 4 ans) rend nécessairement les progrès très lents.

Observées l'une à côté de l'autre, il est impossible de ne pas faire la distinction entre l'autruche du Nord (*Struthio camelus* Linn.) et l'autruche du Sud (*S. australis* Gurney). La première est plus haute, avec des jambes plus fortes ; la coloration de la peau chez la femelle est d'un jaune clair, tandis qu'elle est gris sombre pour l'autruche du Sud ; le mâle arrivé à maturité sexuelle est encore plus distinct : la tête, le cou et les jambes, chez l'oiseau du Nord, sont d'un écarlate brillant, et le reste du corps rouge, tandis que l'oiseau du Sud est d'un bleu sombre, avec le bec, le devant de la tête, le pourtour des yeux et les écailles du tarse écarlates. Enfin, l'oiseau du Nord a une partie chauve sur le sommet de la tête. On observe également de petites différences de structure des plumes, qui ont une grande importance pratique pour l'éleveur. Jusqu'à présent, tous les caractères distinctifs de l'autruche nord-africaine importée se sont maintenus dans les conditions nouvelles de l'Afrique du Sud, et reparaissent chez les descendants; ce sont donc des caractères germinaux, indépendants des influences climatiques et du milieu.

L'autruche du Nord et celle du Sud doivent-elles être regardées comme des espèces distinctes? Cela dépend beaucoup de la conception que l'on se fait du terme « espèce ». On doit noter, toutefois, que les deux oiseaux se reproduisent librement et réciproquement entre eux, et que les produits du croisement ou hybrides sont également fertiles, à la fois *inter se* et avec l'une ou

l'autre des formes parentales. En même temps, les deux races ont plusieurs caractères distinctifs qui sont héréditaires, donc germinaux.

IV. — Résultats du croisement

Au cours des recherches dont le but pratique principal était de déterminer jusqu'à quel point le plumage de l'oiseau du Sud peut être amélioré par le croisement avec l'oiseau du Nord, plusieurs questions se sont présentées qui ont un grand intérêt pour les généticiens en général. Il a été possible de déterminer comment les caractères distinguant les deux espèces se comportent chez les hybrides résultant du croisement : ce sont spécialement les dimensions, la coloration, la partie chauve de la tête et certains détails des œufs.

1. *Dimensions.* — L'autruche du Nord moyenne est d'une taille un peu plus élevée que celle du Sud, ses jambes et son cou étant plus longs. La tête atteint une hauteur de 8 à 9 pieds au-dessus du sol, tandis que chez l'oiseau du Cap elle ne dépasse pas 7 à 8 pieds. Les pieds, les jambes et le cou de la première sont aussi plus robustes. Les dimensions du corps même ne diffèrent pas beaucoup ; toutefois, chez les jeunes, le corps tend à se rétrécir à l'arrière davantage chez l'autruche du Nord que chez l'autre.

Les hybrides à maturité sont plus élevés que les oiseaux du Cap purs, mais moins que les oiseaux de la Nigeria. A l'état jeune, le corps tend à se rétrécir à l'arrière plus que chez les jeunes du Cap. Dans l'ensemble, au point de vue des dimensions, les hybrides sont intermédiaires entre les parents.

Les deux jeunes de la seconde génération provenant du croisement, âgés actuellement d'une année, ressemblent beaucoup à leur grand-parent sud-africain, en ce qui concerne les dimensions, et contrastent avec le grand-parent nord-africain. Mêlés à des hybrides du même âge de la première génération, la différence est très marquée et personne n'hésiterait à les considérer comme des oiseaux du Cap purs. Les dimensions distinctives des deux espèces ont donc subi dans la génération F^2 une ségrégation dont la nature réelle reste à déterminer.

2. *Coloration.* — Les couleurs de la peau, ou du corps, de l'autruche, à l'inverse de celles du plumage, varient de la naissance à l'état adulte, sont différentes chez la femelle et le mâle, et se modifient chez ce dernier suivant l'état sexuel. Les jeunes des deux sexes sont pratiquement semblables. Les femelles conservent toujours la couleur des jeunes, mais le mâle subit un changement et revêt par places une coloration écarlate brillante, lorsqu'il atteint l'état nuptial. Dès la naissance, les distinctions de coloration entre les autruches nord et sud-africaines sont nettement marquées.

La coloration rouge et écarlate des mâles des deux races, ainsi que le bleu sombre de l'oiseau du Cap, dépendent de la présence des testicules, tandis que le plumage noir est en relation avec l'absence des ovaires. Les mâles sud-africains qui ont été châtrés quand ils étaient jeunes ne revêtent jamais la livrée rouge et écarlate, mais conservent la couleur gris clair ou foncé de tous les oiseaux jeunes et des femelles à maturité. Par contre, le plumage des mâles châtrés devient du noir normal à leur sexe, contrastant avec le plumage gris des femelles, d'où l'on déduit que la formation du pigment noir des plumes n'est pas influencée par les gonades mâles. Les femelles ovariotomisées conservent la couleur ordinaire de leur peau, mais leurs plumes normalement grises prennent la teinte noire de celles du mâle, ce qui montre qu'à l'état habituel les sécrétions des ovaires exercent une influence inhibitrice sur la formation du pigment noir dans les plumes de la femelle, quoique n'ayant aucune action sur la couleur de la peau.

Les jeunes autruches nord-africaines sont d'un jaune profond, presque orange, sur les jambes et la tête, et d'un jaune plus pâle sur le corps et le cou. A maturité, les femelles deviennent jaune pâle, avec les écailles tarsiennes d'un brun clair ou foncé ; chez les mâles, le jaune sombre passe au jaune clair, au rose, puis au rouge, et même jusqu'à l'écarlate brillant sur les jambes, le cou et la tête à la période des amours. Les couleurs nuptiales palissent quand la couvée commence, et aussi après la période sexuelle, le corps devenant rose ou brique pâle.

Les jeunes autruches sud-africaines sont d'abord jaune pâle, puis gris foncé. Les femelles à maturité sont gris foncé sur les jambes, le corps, le cou et les écailles du tarse ; les mâles sont d'abord d'un gris d'acier, à peu près comme les femelles, puis, avec la maturité sexuelle, revêtent une coloration d'un bleu brillant sur la plus grande partie du corps, tandis que les écailles du tarse, le bec et les parties nues qui entourent les yeux deviennent d'un vif écarlate. Chez eux, la couleur rouge du mâle du Nord paraît être latente, ou complètement masquée par le bleu foncé.

La couleur de la peau des jeunes hybrides est intermédiaire entre celles des jeunes du Nord et du Sud : les jambes, la tête et les grosses écailles

sont d'un jaune pâle, plus clair que celui des jeunes du Cap, mais pas aussi foncé que celui des jeunes de la Nigeria. Les femelles hybrides adultes conservent cette couleur jaune pâle, quelquefois un peu plus foncée. Les mâles hybrides ont la couleur jaune uniforme des femelles jusqu'à l'approche de la maturité sexuelle ; puis ils revêtent par places une teinte rose, et plus tard écarlate. Mais, comme on l'a vu, c'est par l'étendue de la coloration rouge, et non par son intensité, que les mâles du Nord et du Sud diffèrent si nettement ; les mâles hybrides sont intermédiaires entre les deux en ce qui concerne la surface du corps qui prend la coloration rouge.

En ce qui concerne les deux jeunes F_2, qui sont des femelles, la couleur des jambes, du corps et du cou est presque aussi foncée que celle des femelles du Cap ; on ne trouve pas d'influence de la couleur plus claire du grand-parent nord-africain, ni de la couleur intermédiaire des parents hybrides. Il est probable que les couleurs des oiseaux du Nord et du Sud ont une base factorielle séparée, et que là aussi une ségrégation se produit chez les hybrides de la seconde génération.

3. *Tache chauve de la tête.* — Le sommet de la tête de l'autruche sud-africaine est couvert de courtes plumes, semblables à des poils, qui forment souvent une longue aigrette médiane. La tache pinéale nue, présente chez toutes les autruches à l'arrière de la tête, est si petite chez l'adulte qu'on ne peut l'apercevoir qu'en écartant les plumes. L'autruche nord-africaine, par contre, se distingue par une calvitie de la plus grande partie du sommet de la tête, la tache chauve commençant à l'arrière et s'étendant en avant comme une sorte de bouclier entre les yeux (fig. 2). Cette surface a une figure piriforme grossière, mais peut être partiellement divisée vers le milieu. Cette calvitie est considérée comme un caractère de quelque importance pour différencier les espèces du Nord et du Sud. Pline en fait déjà mention dans ses écrits. L'étendue et la forme de l'espace nu varient un peu chez les diverses autruches, mais tous les oiseaux nord-africains importés à Grootfontein la présentent à un plus ou moins grand degré. Elle est tout à fait indépendante de la tache pinéale, et son bord postérieur peut inclure cette dernière (fig. 2) ou passer au-devant d'elle.

La calvitie n'est pas encore apparente chez l'autruche de l'Afrique du Nord quand elle vient d'éclore. A ce moment, la tête est couverte d'un duvet court, comme chez la race sud-africaine, et ce caractère ne s'établit qu'au cours des six premiers mois de la croissance. Il s'installe graduellement par la chute des plumes en forme de poils qui commence après le 2e mois, et dans un lot de jeunes du même âge on peut observer pratiquement tous les stades de la chute, les plumes de la touffe médiane persistant le plus longtemps. Il n'y a aucune ligne de démarcation tranchée entre la partie nue et la partie couverte de la tête. On n'a jamais signalé de chute de plumes analogue chez les jeunes de la race du Cap.

Le comportement de la tache chauve chez les produits du croisement des autruches du Nord et du Sud présente naturellement un certain intérêt. Sur la centaine de jeunes hybrides qui ont

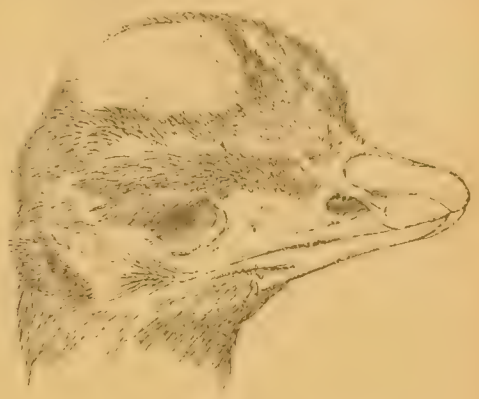


Fig. 2. — *Tête de l'autruche nord-africaine, montrant la calvitie.*

La surface claire, ovale, vers la partie postérieure de l'espace chauve, représente la tache pinéale.

été élevés, aucun n'a d'abord présenté le moindre signe de calvitie ; mais, dans chaque cas, les plumes ont commencé à tomber vers le 2e ou 3e mois, et à six mois la tache s'était formée aussi complètement que chez les autruches nord-africaines adultes. Ainsi la calvitie de l'oiseau du Nord est un caractère dominant par rapport à son absence chez l'oiseau du Sud.

Les deux jeunes de seconde génération déjà obtenus ont maintenant dépassé l'âge où se forme la tache chauve, et chez l'un d'eux la tête reste couverte de poils plumeux comme chez l'autruche sud-africaine, tandis que chez l'autre la calvitie s'est formée aussi nettement que chez l'oiseau nord-africain. Les jeunes F^2 montrent donc que la ségrégation factorielle a lieu chez les hybrides de seconde génération, et il n'est guère douteux qu'après avoir obtenu assez de représentants de cette génération on trouvera que la calvitie se comporte comme un dominant homozygote en proportions strictement mendéliennes.

La tache chauve est par conséquent un caractère-unité mendélien distinctif, séparant l'autruche du Nord de celle du Sud. Les différences associées aux dimensions et aux couleurs de ces oiseaux, comme à leurs œufs (voir plus loin), sont des différences de caractères communs aux deux espèces; mais, chez l'oiseau du Cap, il n'y a rien de comparable à la calvitie de l'oiseau de la Nigeria. C'est un caractère absolument nouveau, qui a apparu chez la seconde race d'autruches, mais non chez la première. Il peut être considéré comme une mutation, et s'est probablement développé complètement dès l'origine, car, quoiqu'il varie un peu d'étendue et de forme, les différences ne dépassent pas celles des variations fluctuantes. Son origine germinale est manifeste, puisqu'il apparaît chez tous les jeunes, purs ou hybrides, tandis que sa dominance chez tous les derniers prouve que les parents sont duplex ou homozygotes par rapport à lui.

Il est douteux que la calvitie ait apparu en réponse à une influence extérieure, car il n'est pas probable qu'un facteur du milieu puisse affecter le sommet de la tête de l'oiseau du Nord qui n'ait pas une action correspondante sur son parent du Sud, même s'il était possible qu'une influence de cette espèce pût provoquer un changement correspondant dans le plasma germinatif. Il ne peut davantage être considéré comme ayant une valeur adaptative. Il apporte donc un appui à l'hypothèse défendue par W. Bateson et aussi par T. H. Morgan, à savoir que les caractères nouveaux apparaissent comme un résultat de changements du plasma germinatif sans aucun rapport avec les influences extérieures ou un besoin utile à l'individu. Comme la calvitie est maintenant présente comme caractère dominant chez tous les oiseaux importés, elle doit avoir pris naissance il y a longtemps dans l'histoire de l'autruche du Nord, assez longtemps pour que le changement ait affecté tous les individus. Car, comme nous le verrons plus loin, il y a de bonnes raisons de croire que, chez l'autruche, un nouveau caractère n'apparaît d'abord que chez quelques individus, puis s'étend graduellement de plus en plus, par le changement continué *de novo* dans le plasma germinatif des individus nulliplex de la race.

4. *L'œuf.* — Comme chez tous les oiseaux, les œufs d'une même autruche, et à plus forte raison d'autruches différentes, varient entre certaines limites, en ce qui concerne les dimensions, la forme et les caractères de la surface. A côté de ces variations fluctuantes, certaines différences bien définies distinguent toutefois l'œuf de l'oiseau nord-africain de celui de son parent sud-africain.

L'œuf de l'oiseau du Nord est pratiquement toujours plus gros que l'œuf de l'oiseau du Sud; la coquille est presque exempte de pores ou creux apparents et présente une surface lisse comme celle de l'ivoire. En général, cet œuf est de forme arrondie et moins ovale que l'autre.

L'œuf de l'oiseau du Sud est profondément creusé sur toute sa surface; les cavités sont souvent plus grandes et plus nombreuses à l'extrémité où se trouve la chambre à air; la coquille ne présente donc pas l'aspect uni de l'œuf du Nord. Les cavités qui donnent un aspect si caractéristique à l'œuf de l'autruche sud-africaine sont associées avec les pores respiratoires de la coquille. Dans l'œuf du Nord, les pores sont si petits et souvent si près de la surface qu'ils sont à peine visibles à l'œil nu; ils sont répartis à peu près régulièrement, ce qui donne à la surface son aspect lisse uniforme. Dans l'œuf du Sud, les pores de la coquille sont plus gros, enfoncés au-dessous de la surface, et distribués pour la plupart en petits groupes, variant de 6 à 12 pores par groupe. C'est le groupement rapproché des pores enfoncés qui donne naissance à la surface grêlée.

Les deux sortes d'œufs fraîchement pondus sont d'une couleur crème ou jaune, qui se ternit beaucoup par la suite.

Des mesures effectuées sur plusieurs séries d'œufs ont montré qu'en moyenne l'œuf du Nord est d'environ 6 mm. plus long (156,2 mm. — 150,4 mm.) et 11 mm. plus large (135,9 mm. — 125 mm.) que l'œuf du Sud. La différence moyenne des deux diamètres est de 20 mm. pour l'œuf du Nord et de 25 mm. pour l'œuf du Sud, ce qui indique que le premier est plus rond et moins ovale que le second.

Dans la reproduction croisée, les œufs suivent les caractéristiques de la femelle, quel que soit le mâle; c'est-à-dire que les œufs pondus par une femelle du Nord, fécondée par un mâle du Sud, sont gros, ronds et lisses, tandis que ceux d'une femelle du Sud, fécondée par un mâle du Nord, sont plus petits, ovales et parsemés de creux. Ainsi, au point de vue des caractères extérieurs, l'œuf pondu n'est pas influencé par le mâle, et participe entièrement de la nature de la femelle, ainsi qu'on pouvait d'ailleurs s'y attendre. On n'a jamais observé aucun phénomène de xénie.

Chez les femelles hybrides, les possibilités des deux catégories de parents sont naturellement combinées et peuvent donc se faire sentir sur les œufs. L'examen de ces derniers a montré

que, dans tous les cas, ils sont intermédiaires, comme dimensions, forme et aspect de la coquille, entre les œufs typiques du Nord et du Sud. Des cavités apparentes s'observent sur la coquille, souvent plus nombreuses vers l'extrémité de la chambre à air, mais jamais aussi resserrées ni si profondes que sur l'œuf de l'autruche sud-africaine. Une série de mesures a donné comme longueur et largeur moyennes 152,6 et 128,5 mm., avec une différence de 24 mm.; au point de vue des dimensions, les œufs des hybrides se rapprocheraient donc un peu plus des œufs du Sud que des œufs du Nord.

La nature intermédiaire des œufs des hybrides suggère que les caractéristiques différentes des œufs des deux races d'autruches dépendent d'une représentation factorielle séparée dans le plasma germinatif, comme dans le cas des dimensions et de la couleur des oiseaux. Ces facteurs ne sont pas alternants, car dans l'œuf hybride aucun caractère des parents n'est dominant ou récessif par rapport à l'autre.

V. — Nombre de plumes des ailes

Aux jours prospères d'avant la guerre, les plumes de centaines de milliers d'autruches étaient coupées annuellement; il est douteux, cependant, que beaucoup d'éleveurs eussent été capables de dire combien de plumes proviennent de l'aile d'une autruche, et combien de sa queue. En général, on savait que certains oiseaux donnent plus de plumes que d'autres, mais sans être exactement renseigné sur la différence. Cela tient d'abord au fait que les plumes sont vendues au poids et non au nombre, et surtout que la qualité compte pour beaucoup plus que la quantité. En comparant le plumage des autruches nord et sud-africaines et de leurs hybrides, j'ai trouvé nécessaire de déterminer le nombre exact de plumes commerciales produites par chacune, ce qui m'a conduit à une étude détaillée des plumes de l'aile et de la queue en général. Ces recherches ont abouti à la découverte de certains faits relatifs au plumage de l'autruche, susceptibles d'acquérir dans l'avenir une importance pratique pour l'éleveur, et qui ne sont pas dépourvus d'intérêt scientifique au point de vue de l'évolution de l'autruche. En tenant compte de ces faits, il sera possible à l'éleveur d'augmenter de 25 % le rendement en plumes du même nombre d'oiseaux, ou, ce qui est préférable, d'obtenir la même quantité de plumes avec les trois-quarts de leurs troupeaux actuels.

Autruches nord-africaines. — On a compté les plumes de la première rangée de chaque aile sur 25 des oiseaux nord-africains importés dans l'Afrique du Sud. On a noté fréquemment une différence d'une ou deux plumes entre une aile et l'autre, aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Le nombre par aile varie de 33 à 39, la moyenne arithmétique de la série étant 36,54; représenté graphiquement, il s'approche d'une courbe de fréquence normale dont le mode serait 36. Manifestement, ces oiseaux représentent une population mélangée, résultant d'une reproduction confuse dans une race où les nombres de plumes diffèrent de petites quantités; mais les indications ne manquent pas de la possibilité d'établir une lignée pure pour chaque nombre. Nous pouvons considérer chaque oiseau comme hétérozygote au point de vue du nombre des plumes, et le mélange observé est bien celui qu'on peut attendre, étant donné que les oiseaux proviennent d'une seule contrée de l'Afrique du Nord où l'on n'a pratiqué aucune sélection par élevage.

La numération des plumes des ailes de 15 jeunes autruches nord-africaines, nées et élevées à Grootfontein, a donné à peu près la même moyenne arithmétique que ci-dessus, soit 36,7, quoiqu'on n'ait pas noté les nombres inférieurs de plumes 33 et 34.

Autruches sud-africaines. — Le nombre des plumes de l'autruche sud-africaine a été compté sur cinq séries de 25, 24, 19, 50 et 19 oiseaux, appartenant aux troupeaux de diverses fermes d'élevage. La moyenne arithmétique générale de ces séries est de 36,78. Le nombre moyen de plumes de l'autruche du Sud est donc le même que celui de l'autruche du Nord, conclusion importante qui n'aurait pu être obtenue sans la numération d'un grand nombre de plumages d'oiseaux.

Comme les autruches du Nord qui sont actuellement à Grootfontein proviennent toutes de jeunes capturés par les Arabes de la Nigeria dans les nids d'oiseaux sauvages, et n'ont pas été influencées par des croisements artificiels, on peut présumer que leurs plumes représentent la moyenne habituelle de l'oiseau nord-africain sauvage, et nous avons de bonnes raisons de conclure que les autruches produisent le même nombre moyen de plumes sur tout le continent africain. Il en résulte que *les 50 années d'élevage de l'autruche dans l'Afrique du Sud n'ont fait réaliser aucun progrès dans le nombre moyen de plumes présentes à l'origine sur l'oiseau sauvage.* En moyenne, les oiseaux domestiqués d'aujourd'hui produisent la même quantité de plumes que les premiers oiseaux avec lesquels les

fermiers ont commencé l'élevage entre 1860 et 1870.

Quoique assez remarquable au premier abord, ce résultat ne doit guère nous étonner, si nous nous rappelons les principes qui sont à la base de la sélection de l'autruche : *les éleveurs ont sélectionné en vue de la qualité ; la quantité n'est jamais entrée en ligne de compte.* De grands progrès ont été réalisés dans les caractères dits qualitatifs de la plume individuelle, mais on n'a accordé aucune attention au nombre de plumes, et aucune variation numérique n'est survenue.

Autruches hybrides. — Etant donné que les autruches nord- et sud-africaines ont le même nombre de plumes et sont un mélange d'hétérozygotes, on ne doit s'attendre à aucun changement dans le nombre de plumes des hybrides. Les mesures effectuées sur deux parents, un mâle du Nord et une femelle du Sud, et sur les jeunes hybrides qui en descendent ont donné une moyenne arithmétique de 36,24 pour les premiers et de 36,28 plumes pour les seconds.

Une autruche à 42 plumes. — Parmi les oiseaux du Cap du troupeau de Grootfontein, on en a découvert deux qui portaient 42 plumes à la première rangée, quoique les autres eussent la moyenne habituelle de 36. Ces animaux ont été fournis, il y a quelques années, par deux fermes très éloignées. Il a semblé d'abord qu'il existait deux races distinctes d'autruches dans l'Afrique du Sud, l'une à 36, l'autre à 42 plumes. Les numérations faites dans différentes fermes n'ont pas confirmé cette supposition : elles n'ont révélé aucun oiseau ayant plus de 40 plumes, ni aucune influence d'une race à 42 plumes. L'existence d'autruches à 42 plumes est donc tout à fait exceptionnelle chez les oiseaux du Cap et n'a eu aucune influence récente sur la moyenne générale. De même aucun des oiseaux nigériens n'a plus de 39 plumes, ni aucun de leurs jeunes élevés en Afrique du Sud; l'influence d'une race à 42 plumes n'existe donc pas dans l'Afrique du Nord.

En ce qui concerne leur origine, il est manifeste que les oiseaux à 42 plumes représentent une variation distincte des oiseaux ordinaires à 36 plumes. En l'absence d'autres preuves, ce nombre élevé pourrait être considéré comme une mutation méristique; l'existence de descendants avec des nombres aussi élevés montrerait que les plumes additionnelles ne sont pas simplement la limite extrême d'une série fluctuante, mais ont une valeur factorielle. Ces oiseaux ont été également regardés comme des réversions vers un ancêtre originel, mais d'autres considérations conduisent à les expliquer d'une façon différente.

Des observations récentes (voir le chapitre suivant) ont montré que les autruches se présentent à nous sous de nombreux stades indiquant le cours de la dégénérescence que les ailes et les jambes ont subie jusqu'à présent, aussi bien que le cours qu'elles suivront probablement dans le futur. On trouve, dans le nombreux matériel actuellement disponible pour l'étude, des survivances de plusieurs caractéristiques ancestrales, qui indiquent que l'oiseau à 42 plumes peut être considéré avec de bonnes raisons comme un survivant de l'époque où le nombre moyen de plumes à l'aile était plus élevé qu'aujourd'hui. Dans cette interprétation, les oiseaux actuels à 36 plumes doivent être regardés comme des dégénérés au point de vue du nombre des rémiges, comme ils le sont sous beaucoup d'autres rapports. *On cherche actuellement à constituer pratiquement une lignée pure d'autruches portant 42 plumes, car avec l'augmentation des autres rangées de plumes en corrélation avec les rémiges, il deviendrait possible de fournir à l'éleveur une autruche donnant environ 25 °/₀ de plumes de plus qu'il n'en obtient avec les oiseaux actuels, la qualité étant également supérieure.* Il est douteux que par la sélection continue on puisse dépasser le nombre de 42, car les facteurs d'un nombre supérieur ont probablement déjà été perdus par la race, s'ils étaient présents chez l'autruche à l'origine.

Des mesures ont montré que la fécondation par le mâle sud-africain à 42 plumes de diverses femelles nord-africaines de la race à 36 plumes donne des hybrides dont le nombre de plumes varie de 37 à 42, avec une moyenne pratiquement intermédiaire, soit 39,56; aucun ne régresse à la moyenne générale. Ces nombres forment une courbe à peu près normale, avec le mode 40. Aucun des oiseaux employés jusqu'à présent comme reproducteurs ne peut être considéré comme « pur » en ce qui concerne le nombre des plumes; l'oiseau à 42 plumes est donc probablement hétérozygote comme les autres.

(*A suivre.*)

J. E. Duerden,
Professeur de Zoologie au « Rhodes University College », Grahamstown (Afrique du Sud).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bouligand (Georges), *Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée de Rennes.* — **Cours de Géométrie analytique.** *Avec une préface de M.* Cartan, *Professeur de Calcul infinitésimal à la Sorbonne.* — *1 vol. in-8° de 421 pages avec fig. (Prix : fr.). Librairie Vuibert, Paris*, 1919.

Les meilleurs ouvrages de Géométrie analytique se trouvent en France, dans le pays qui a vu naître l'immortelle conception de Descartes et plus tard, il y a cent ans environ, la Géométrie projective de Poncelet. Les uns sont de véritables Traités, d'autres sont des ouvrages d'enseignement destinés aux élèves. Mais par une contradiction singulière, durant ces cinquante dernières années, les livres ont été, pour ainsi dire, un accessoire dans les classes préparatoires aux grandes Ecoles : le principal était le cours du professeur, si complet, si rempli qu'il restait trop peu de temps pour les problèmes, la lecture, et les exercices au tableau : le type caractéristique de cette période a été le Professeur Painvin de Lyon, fort bon mathématicien et excellent professeur, qui, au commencement de l'année de spéciales, faisait enlever les livres que ses élèves auraient pu consulter. C'est dans cet abus de cours rapidement faits, de notes prises à la hâte en style nègre, avec des abréviations nécessaires, qu'il faut, à mon avis, chercher la cause principale de ce qu'on a appelé la crise du français.

L'ouvrage de M. Bouligand est un véritable livre d'enseignement qu'il faudrait donner aux élèves, en leur indiquant pour chaque classe un certain nombre de pages à étudier, la classe elle-même étant consacrée aux interrogations, aux explications et aux exercices qui développent l'initiative.

Le livre de M. Bouligand a le grand mérite d'être court, clair et élevé ; il prend chaque question du point de vue général et fondamental, seule méthode pour faire pénétrer les idées nouvelles dans l'enseignement élémentaire.

L'auteur traite parallèlement la Géométrie plane et la Géométrie dans l'espace ; il expose, à propos de chaque question, la Géométrie *métrique*, puis la Géométrie *linéaire*, et après la Géométrie *projective* ; il ne sépare d'ailleurs pas la *Géométrie analytique* de la *Géométrie* tout court et il cherche à développer l'intuition et le raisonnement géométriques. Il évite l'abus du calcul, qui était, à un certain moment, devenu un grave danger pour le développement des facultés d'intuition et de raisonnement direct, exigées par la Géométrie, la Cinématique, la Mécanique et, d'une façon générale, par les Sciences physiques.

Dès les premiers chapitres, après la droite et le plan, l'auteur introduit les éléments géométriques imaginaires et les éléments à l'infini. Il développe les propriétés générales des lignes et des surfaces de la Géométrie réelle, et la théorie des lieux géométriques ; viennent ensuite les méthodes de transformation ponctuelles, notamment l'homothétie, la transformation linéaire, les transformations homographiques et l'inversion ; un autre chapitre donne les transformations corrélatives, accompagnant, d'une façon très heureuse, la théorie des enveloppes.

Les derniers chapitres sont consacrés à l'étude des courbes, puis des surfaces du second ordre, limitée aux faits essentiels et vraiment éducatifs.

Dans des compléments (p. 355-405), l'auteur a réuni certaines questions fondamentales dont la résolution est basée sur la considération des déterminants et des propriétés des formes linéaires ou des formes quadratiques. Je ne puis qu'approuver cette façon de procéder ; les élèves ne pouvant vraiment comprendre ces grandes théories que quand ils ont approfondi un grand nombre de points particuliers.

Paul Appell,
Membre de l'Institut.

La surchauffe de la vapeur ; ses avantages. *2e édition. — 1 vol. in-8°, de 98 pages, avec 65 fig. (Prix : 2 fr. 75 + 20 %). Editeur : Le Mois scientifique et industriel, Paris*, 1914.

Les avantages économiques de l'emploi de la vapeur surchauffée, que l'auteur de cet opuscule se propose de mettre en lumière, en insistant particulièrement sur l'économie de combustible qu'elle procure, sont d'autant plus appréciés que ce combustible est plus rare et son prix plus élevé ; les industriels, pour lesquels l'ouvrage a été écrit, le liront donc avec plus d'intérêt qu'en 1914, aujourd'hui qu'ils paient très cher le peu de charbon qui est mis à leur disposition. Ils trouveront, rassemblés en un petit nombre de pages, les résultats d'essais qui établissent la réalité de l'économie que l'on peut réaliser, la description de nombreux appareils, et les applications qui en sont faites pour les machines alternatives et les turbines, fixes et demi-fixes, locomobiles et locomotives, sur terre et sur eau, et pour les installations de chauffage. Deux interviews des professeurs Boulvin de Gand et Belluzo de Milan, qui n'ont fait que répondre aux questions qu'on leur posait, complètent cette documentation, en exprimant une foi justifiée dans les avantages de la surchauffe, tout en indiquant les précautions à prendre pour éviter les inconvénients des températures élevées. Ce travail constitue en somme un tract instructif, lancé dans le monde industriel pour répandre l'emploi de la surchauffe, rédigé dans un esprit essentiellement pratique, en laissant de côté les considérations et discussions théoriques, qui auraient pu disperser l'attention de certains lecteurs, et n'auraient été goûtées que de quelques-uns, auxquels le livre n'est pas adressé.

Aimé Witz,
Correspondant de l'Institut.

2° Sciences physiques

Anschutz (R.) et **Meerwein** (A.), *Professeurs à l'Université de Bonn.* — **Traité de Chimie organique** (de V. von Richter). *Tome II :* **Série cyclique.** *1re édition française, traduite d'après la 11e édition allemande par H. Gault, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen. — 1 vol. in-8° de 1163 p. (Prix cart. : 60 fr.). Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liége*, 1918.

Le premier volume de cette traduction, consacré à la série acyclique, a été présenté à nos lecteurs par M. le Prof. Paul Sabatier en 1911 [1]. Le second volume, qui renferme les données relatives à la série cyclique, était à peu près terminé en 1914, mais les difficultés créées par l'état de guerre ont retardé sa publication pendant près de 5 ans.

Il est inutile de refaire ici l'éloge du Traité classique de Richter-Anschutz. Complet, précis, clair, il est utilisé, dans sa langue originale ou dans l'une ou l'autre de ses traductions, par un grand nombre de laboratoires de Chimie de tous les pays. Aussi l'apparition de la seconde partie de l'édition française sera-t-elle saluée avec plaisir. On regrettera, évidemment, que la documentation de l'ouvrage s'arrête aux années 1911-1912 ; mais, tel quel, par son immense accumulation de faits, le traité rendra de grands services aux chimistes.

1. *Rev. gén. des Sc.* du 15 juin 1911, t. XXII, p. 461.

Eglène (Léon), *Ingénieur-chimiste, diplômé de l'Ecole française de Tannerie.* — **La Chimie du Cuir.** — *1 vol. in-8° de XV-136 p. avec 9 fig. (Prix : 7fr20). H. Dunod et E. Pinat, Paris, 1919.*

A cause du développement rapide de la chimie en tannerie, industrie où elle ne semblait pas, il y a vingt ans encore, avoir droit de cité, M. Eglène s'est efforcé de réunir dans un petit livre toutes les notions de chimie intéressant le cuir. Il a divisé son livre en trois parties:

La première englobe toute la chimie concernant les opérations préliminaires de préparation des peaux et se termine par quelques généralités scientifiques sur la peau;

La deuxième s'occupe de la chimie se rapportant aux différents modes de tannage;

La troisième comprend la chimie du corroyage et du finissage des cuirs.

Dans la première partie, l'auteur, quoiqu'il n'ait voulu écrire qu'un précis, insiste très heureusement sur les avaries des peaux séchées au soleil. Très court, mais très net, est le chapitre relatif aux propriétés chimiques de la peau. Le déchaulage chimique et les confits sont également bien présentés.

La deuxième partie est des plus intéressantes; mais était-il bien utile de rappeler le tannage par l'électricité?

La troisième partie est fort bien traitée.

En résumé, on peut dire que M. Eglène a atteint le but qu'il s'était proposé; son livre permettra aux industriels et aux chimistes du cuir de mieux définir les données des problèmes qui se posent à chaque instant devant eux et de tirer le meilleur parti des ouvrages importants et classiques, comme ceux de MM. Meunier, Vaney, Procter, Prévot.

Je ne puis que m'associer aux conclusions par lesquelles M. Jossier termine la belle préface qu'il a écrite pour ce livre et où il expose si bien dans quelles conditions la tannerie peut faire des progrès:

« La *Chimie du Cuir* n'a pas pour but de donner la solution de tous les problèmes qui naissent à chaque pas dans la tannerie, la corroirie, la mégisserie, etc.; mais si ce livre éveille chez quelques-uns le désir de les étudier, d'en chercher la solution raisonnée en s'appuyant sur les travaux faits dans les laboratoires par des savants professionnels et techniciens, il aura rempli un rôle utile et nous félicitons l'auteur de l'avoir entrepris. »

PAUL NICOLARDOT,
Docteur ès sciences,
Professeur de Chimie industrielle
à l'Ecole supérieure d'Aéronautique.

3° Sciences naturelles

British Antarctic Expedition 1907-9, *under the command of Sir* E. H. SHACKLETON. — **Reports on the Scientific Investigations. Geology,** *vol. II :* **Contributions to the Palæontology and Petrology of South Victoria Land,** *by* W. N. BENSON, F. CHAPMAN, Miss F. COHEN, L. A. COTTON, C. HEDLEY, H. I. JENSEN, D. MAWSON, Prof. E. W. SKEATS, J. ALLAN THOMSON, A. B. WALKOM, Prof. W. G. WOOLNOUGH. — *1 vol. in-4°, VIII-270 p., with 38 plates and 18 figures in the text. Also Index to volumes I and II. Published for the Expedition by William Heinemann, London,* 1916.

Nous avons longuement analysé, l'an dernier, la première partie des travaux géologiques de l'Expédition Antarctique Anglaise, commandée, de 1907 à 1909, par Sir E. H. Shackleton[1]. Le second volume, reçu depuis la publication de ce compte rendu, bien qu'il porte la date de 1916, contient quelques-unes des pièces justificatives de la belle synthèse de MM. T. W. E. David et R. L. Priestley : il renferme, sous la signature de onze auteurs différents, treize rapports sur les organismes vivants ou subfossiles et les échantillons de roches recueillis par les membres de la mission. Un pareil dossier ne se résume pas; il suffira d'énumérer les articles principaux de cet inventaire et de noter, au passage, quelques faits particulièrement saillants.

M. D. Mawson ouvre la série avec un mémoire intitulé : *Contribution à l'étude des structures de la glace* (p. 1-24, 7 pl.) : glace des lacs, glace de mer, stalactites, etc.; intéressantes photographies.

M. F. Chapman examine ensuite les *Foraminifères* et les *Ostracodes* récoltés, d'une part sur les rives de la mer de Ross, dans ces curieux dépôts qui, on l'a vu, ont été charriés de bas en haut par les anciens glaciers (p. 25-51, 6 pl.), et, d'autre part, dans les régions profondes de cette mer (p. 53-80, 6 pl.). Pour les boues qui dominent le glacier Drygalski, il s'agit de formes indiquant une profondeur de 100 brasses ou davantage; quant aux sédiments de l'époque actuelle, ils proviennent de 15 sondages, s'échelonnant entre 110 et 655 brasses. L'auteur y a observé 75 espèces ou variétés, dont 5 seulement sont nouvelles pour la science; il en examine avec soin la répartition bathymétrique, signalant en outre quelques exemples remarquables de bipolarité. Un complément de ces études est fourni par le bref rapport de Ch. Hedley sur les *Mollusques* (p. 85-88, 3 fig. : espèces nouvelles de Gastropodes recueillies dans les dépôts des bords de la baie Mc Murdo).

C'est encore à M. F. Chapman qu'on doit une courte note sur les Algues calcaires probables (*Epiphyton fasciculatum*, sp. n.) du Cambrien (85° de lat. S.; p. 81-84, 1 pl.).

Enfin, M. H. I. Jensen fournit quelques pages sur *les sols antarctiques* (p. 89-92), dont le caractère le plus frappant, lié lui-même aux basses températures, réside dans leur faible teneur en matières organiques.

Tout le reste du volume est consacré à la Pétrographie :

Rapport sur les roches alcalines du Mont Erebus, par H. I. Jensen (p. 93-128, 5 pl. contenant 27 microphot.); types très variés : trachytes, kénytes, leucitophyres, basaltes, limburgites, etc., décrits par ordre d'acidité décroissante; nombreuses analyses; considérations sur le problème de la différenciation.

Rapport sur les enclaves des roches volcaniques de l'Archipel de Ross, par J. Allan Thomson (p. 129-148, 3 pl. contenant 16 microphot.). L'auteur adopte la terminologie proposée par M. A. Lacroix dans son mémoire classique de 1893, et perfectionnée depuis lors par le savant vulcanologiste dans diverses publications; au point de vue régional, il relève l'intérêt des enclaves sédimentaires provenant du *Beacon sandstone*, étage qui doit former le tréfonds de ce district éruptif.

Rapport sur les dolérites recueillies par l'Expédition Antarctique Anglaise, par W. N. Benson (p. 153-160, 1 pl. contenant 6 microphot.) : roches analogues à celles de la Tasmanie, de l'Afrique du Sud et des bords de l'Hudson.

Rapport sur les granulites à pyroxène recueillies par l'Expédition Antarctique Anglaise, par A. B. Walkom (p. 161-168, 1 pl. contenant 5 microphot.); et *Note sur quelques erratiques recueillis au Cap Royds*, par W. G. Woolnough (p. 169-188, 2 pl. contenant 12 microphot.).

Rapport sur quelques calcaires [Cambriens] *de l'Antarctique*, par E. W. Skeats (p. 189-200, 2 pl. contenant 8 microphot.) : brèches, oolithes silicifiées et dolomitisées.

Examen des Collections de roches rapportées des régions continentales de la Terre Victoria, par D. Mawson (p. 201-234, 4 pl. contenant 25 fig.) : nombreux types de roches sédimentaires, éruptives et métamorphiques.

Un copieux Index alphabétique, s'appliquant aux deux volumes (p. 239-270), termine l'ouvrage, qui restera longtemps, sans doute, la base de nos connaissances sur la géologie des régions australes.

EMM. DE MARGERIE,
Président de la Société Géologique de France.

1. *Revue générale des Sciences*, t. XXIX, n° 9, 15 mai 1918, p. 278-281.

Chamberlain (Ch. Joseph), *Professeur de Botanique à l'Université de Chicago.* — **The living Cycads.** — *1 vol. petit in-12 de XIV-172 pages avec 91 figures (Prix relié : 1 doll. 50 ct). The University of Chicago Press, Chicago (Illinois)*, 1919.

Ce petit livre n'est en réalité que le prélude d'un ouvrage plus complet destiné à faire pendant aux deux gros volumes de G. R. Wieland sur les Cycadées fossiles (1906-1916). C'est un résumé clair et attrayant de nos connaissances sur les Cycadées actuelles ; rédigé de manière à être facilement compris par tout le monde, abondamment illustré, il contribuera certainement à diffuser des notions fondamentales, jusqu'ici accessibles aux seuls spécialistes. Nous augurons bien de cette tentative de vulgarisation, des plus louables et des plus réussies.

Il n'est pas un botaniste qui n'éprouve une curiosité justifiée à l'endroit de ces plantes aux allures archaïques, isolées au milieu de la flore actuelle. M. Chamberlain, collaborateur de Coulter et auteur de travaux estimés sur les Gymnospermes, a eu la bonne fortune, grâce à d'importantes donations, de faire plusieurs voyages au Mexique, en Australie, en Afrique, où il a pu étudier les Cycadées dans leur milieu naturel. Il nous décrit les conditions de vie très précaires de ces végétaux primitifs, dont certains comme le *Microcycas*, cantonné dans un seul district de Cuba, et le *Macrozamia Moorei* sont menacés d'une disparition prochaine.

Avec la même simplicité et la même clarté, l'auteur nous décrit ensuite l'appareil végétatif des Cycadées, leurs caractères anatomiques les plus saillants. Les différents phénomènes de la reproduction : développement de l'endosperme, formation de l'œuf, genèse des anthérozoïdes ciliés, fécondation, formation de la plantule, sont réellement captivants.

Les derniers chapitres sont consacrés à l'ancestralité des Cycadées et à leur mode d'évolution. La phylogénie des Cycadées peut être étudiée avec plus de confiance que celle de tout autre groupe, car l'évolution de certains de leurs organes a pu être suivie depuis les temps primaires. Ces végétaux sont issus d'ancêtres semblables à des Fougères hétérosporées. Ces ancêtres étaient pourvus de sporophylles mâles et femelles peu différentes des feuilles stériles.

Les cônes fructifères des Cycadées doivent leur origine aux *phénomènes de strobilisation*, c'est-à-dire au groupement des feuilles fertiles mâles et femelles à l'extrémité de rameaux courts. Cette condensation est accompagnée d'une réduction, puis d'une métamorphose complète des feuilles fertiles en écailles staminales ou ovulifères.

Chez les *Cycas*, toutefois, les écailles ovulifères ressemblent encore à des feuilles réduites. Elles ne forment pas un cône compact. De même chez les Bennettitales de la période secondaire, les étamines ont encore l'allure de feuilles à peine modifiées. L'appareil végétatif de ces mêmes Bennettitales, leurs feuilles et leurs troncs, offre les plus grandes ressemblances avec celui des Cycadées actuelles. Mais le cône femelle des Benettitales a une structure si particulière, qu'en aucune façon il ne peut avoir donné naissance à celui des Cycadées actuelles. Les 2 groupes sont issus d'ancêtres communs que l'on trouvera sans doute parmi les types cycadéens les plus anciens de la période secondaire. Les nombreux matériaux réunis par Wieland sur la flore liasique de Mixteca alta (Mexique) apporteront vraisemblablement des éclaircissements sur ce point. Une dérivation générale des Cycadales à partir des fameuses « Fougères à graines » (Ptéridospermées) paléozoïques est très probable, quoique non démontrée.

M. Chamberlain s'est abstenu d'aborder la question de l'origine des Dicotylédones, qui fait l'objet des investigations opiniâtres de Wieland. Nul doute que, dans son mémoire détaillé, il ne traite ces questions de phylogénie avec toute l'ampleur qu'elles méritent.

Paul Bertrand,
Maître de Conférences de Paléontologie houillère à la Faculté des Sciences de Lille

Matières premières africaines. *Tome Ier* : **Caoutchouc, Textiles, Matières grasses,** *ouvrage publié sous la direction de* M. **Yves Henry** *et avec la collaboration de* MM. **Paul Ammann, Jean Adam, Antony Houard, Henri Leroide, Justin Lemmet.** *Préface de* M. E. Roume. — *1 vol in-8° de 508 p., avec 35 figures, 53 reproductions photographiques et 8 cartes en couleurs (Prix : 25 fr.). Emile Larose, Paris*, 1918.

Après les terribles bouleversements amenés par la guerre dans la production nationale et dans le mouvement économique général, ce sont nos colonies qui sont appelées à nous tirer d'embarras et à nous sauver, à condition de prendre toutes les mesures nécessaires. On ne saurait trop s'en convaincre aujourd'hui. Nos colonies possèdent des ressources considérables et c'est d'elles que nous pouvons et devons tirer la majeure partie des matières premières qui nous permettront de reconstituer notre développement économique, et notre richesse nationale. Le nouvel ouvrage publié par M. Yves Henry, directeur de l'Agriculture aux Colonies, avec le concours de divers collaborateurs, en est une démonstration éclatante pour les principaux d'entre les grands produits africains. On peut d'autant mieux tirer de cette publication des conclusions certaines que celui qui l'a dirigée et en est le principal auteur, est un ingénieur agronome érudit et des plus compétents. Pendant plus de vingt années, M. Yves Henry a parcouru et étudié toutes les parties importantes de l'Ouest africain, où ses fonctions l'appelaient, et il a déjà publié de très importants travaux sur les riches produits végétaux de l'Afrique Occidentale française.

Dans ce récent ouvrage, M. Yves Henry et ses collaborateurs éclairés traitent de trois groupes de ces produits : caoutchouc, textiles, matières grasses, qui peuvent compter parmi les plus précieux. Pour chaque groupe, les diverses catégories et espèces sont étudiées, et les auteurs font ressortir tous les perfectionnements qu'il serait utile d'apporter dans les cultures et dans l'exploitation des produits pour développer et améliorer le rendement. Des statistiques sont données concernant la production et le commerce et des cartes très claires montrent toute l'extension qu'ont déjà acquise les principales sortes de ces produits.

Pour le caoutchouc, sujet traité par M. Yves Henry, nous voyons dans quelle mesure et à quelles conditions le caoutchouc sauvage ou de cueillette peut lutter avec avantage contre le caoutchouc de plantation, *Funtumia* ou *Hevea*, et ce que la plantation de ces espèces peut donner.

Parmi les textiles, sont successivement étudiés le coton, le sisal, le chanvre de Guinée, puis la laine par M. Yves Henry, et le kapok par M. A. Houard, également ingénieur agronome et directeur de l'Agriculture aux Colonies. Il résulte des observations présentées au sujet du coton que son principal élément de développement réside dans l'emploi de l'irrigation. Les terrains propres au sisal sont très étendus dans l'Afrique Occidentale française ; la culture du chanvre de Guinée peut se prêter à de grandes exploitations. Les kapokiers, comprenant le genre *Ceiba* ou fromager et le genre *Bombax*, peuvent donner de sérieux résultats par plantations, le premier dans les régions fraîches, le second dans les terrains secs. L'extension des ovins peut se réaliser plutôt par une meilleure alimentation dans leur habitat actuel que par l'extension de cet habitat.

Quant aux matières grasses, qui ont un si grand rôle à remplir dans notre colonie africaine, ce qui concerne le palmier à huile et quelques matières grasses secondaires est traité par M. Yves Henry. L'étude du karité est due à M. A. Houard, celle de l'arachide à M. Jean Adam, ayant lui aussi mêmes titre et fonctions. Le palmier à huile se rencontre sur toute la côte occidentale d'Afrique, et il est particulièrement répandu dans quatre de nos colonies : Gabon, Dahomey, Côte d'Ivoire et Guinée. M. Yves Henry montre comment

les palmeraies pourraient donner une production beaucoup plus abondante par l'amélioration des cultures et de l'extraction. Après quelques matières grasses secondaires, ricin, sésame, baobab, et autres, viennent comme plus importants d'abord le karité, que l'on peut expédier surtout sous la forme d'amandes sèches et qui peut recevoir beaucoup d'applications industrielles, et enfin l'arachide qui, dans nos possessions de l'Ouest africain, est presque partout cultivée et dont la production, grâce aux moyens indiqués par l'auteur, pourrait être de beaucoup accrue.

G. Regelsperger.

4° Sciences médicales

Fiolle (Jean), *Professeur à l'Ecole de Médecine de Marseille, Chirurgien des Hôpitaux.* — **Essais sur la Chirurgie moderne.** — *1 vol. in-16 de 196 pages de la Nouvelle Collection scientifique (Prix : 4 fr. 55). Librairie Félix Alcan, Paris,* 1919.

M. Jean Fiolle a écrit un livre qui expose clairement et agréablement les impressions de la plupart des chirurgiens d'aujourd'hui sur leur profession. Il est bon de répéter avec lui qu'une bonne culture générale est indispensable à celui qui veut s'adonner à la chirurgie, et l'on peut parfaitement admettre que le « sens critique » est au moins autant que l'habileté manuelle une des qualités nécessaires au chirurgien.

M. Fiolle apprécie dans un langage très élevé la valeur sociale de la Chirurgie; cela ne l'empêche pas d'adresser de justes critiques à certains de ces collègues, à propos de l'abondance, de la longueur, souvent de l'inutilité de leurs publications, à propos de la fausse originalité de certains procédés, de l'abus des statistiques.

Je félicite M. Fiolle d'avoir bien reconnu la supériorité de l'organisation française de l'apprentissage chirurgical sur les autres systèmes en vigueur à l'étranger. La guerre a démontré que la France possédait, grâce à l'institution de l'Internat, une « moyenne » de chirurgiens plus nombreux et de meilleure qualité que les autres pays belligérants. Je m'empresse de dire qu'il y a encore bien des améliorations à apporter à cette organisation. Il convient d'ailleurs, et M. Fiolle y insiste à juste raison, de s'inspirer des progrès de la chirurgie aux armées dans les dernières années de la guerre pour en faire profiter la chirurgie civile. La refonte complète des services chirurgicaux de l'Assistance publique est une nécessité sociale urgente.

Ce livre, qui a une belle allure littéraire, sera lu avec plaisir par tous ceux qui s'intéressent à l'évolution de la chirurgie.

Dr Paul Mathieu,
Chirurgien des Hôpitaux de Paris.

5° Sciences diverses

Vignon (Louis), *Professeur à l'Ecole coloniale.* — **Un Programme de politique coloniale. Les questions indigènes.** — *1 vol. in-8° de 569 p. (Prix : 12 fr. 50). Plon-Nourrit et Cie, éditeurs, 8, rue Garancière, Paris,* 1919.

L'une des questions les plus importantes et en même temps les plus délicates qui se posent au sujet de nos colonies est de savoir quelle est la meilleure politique qu'il convient de pratiquer vis-à-vis des indigènes. Il faut avant tout assurer le calme, la sécurité et la bonne entente avec tous, car ce sont là les conditions essentielles pour la mise en valeur du pays et son développement économique. L'ouvrage de M. Vignon apporte à cette question des solutions qui sont des plus logiques et par suite des plus sages : il leur donne pour base des données scientifiques d'une parfaite exactitude et qui conduisent aux plus solides raisonnements. Aussi cet ouvrage, d'une très haute portée au point de vue colonial et sur lequel il est utile d'appeler l'attention de tous ceux qui peuvent aider ou contribuer à la réalisation de ce programme, se trouve-t-il offrir aussi au point de vue scientifique un réel intérêt.

C'est en naturaliste, ainsi que le montre M. Vignon, qu'il convient de considérer les différentes races existant dans le monde; comme il le dit avec juste raison, « elles sont fonction de leurs milieux, de leur passé, et les Européens ne peuvent espérer les mettre sur les voies de l'évolution qu'en tenant compte des grandes lois naturelles de l'hérédité et de l'adaptation ». Tout son livre repose sur ces idées fondamentales. L'auteur expose, dans son Introduction, les caractères que présentent normalement ces trois éléments, race, milieu et société, forces primordiales dont la triple influence dirige l'évolution humaine. Puis il examine les conditions de développement de quatre grands phénomènes sociaux, langue, religion, famille, gouvernement, qui se manifestent chez tous les groupes humains malgré les différences psychologiques pouvant les séparer. De ces premières considérations il ressort que les groupes ethniques diffèrent beaucoup les uns des autres et que chacun d'eux a des caractères persistants.

Cette vérité, M. Louis Vignon la fait ressortir d'une façon frappante pour trois civilisations qui intéressent notre domaine colonial : 1° les sociétés noires féticoanimistes de l'Afrique occidentale; 2° les sociétés araboberbères d'Algérie-Tunisie et les sociétés noires musulmanisées de l'Afrique occidentale; 3° la société annamite. Les caractères de chacune sont scientifiquement déterminés par l'examen successif de tous les traits expliqués au début. On peut juger ainsi de l'opposition qui existe fatalement entre les colonisateurs et les peuples qu'ils rencontrent dans le pays. L'examen des faits, qui vient ensuite, le démontre amplement. On peut voir quels maux sont susceptibles de résulter de l'opposition des civilisations et de leurs divers contacts, sociaux, intellectuels, économiques, et au début surtout.

C'est pour parer à ces dangers ou pour y porter remède qu'il faut savoir pratiquer une bonne politique indigène. Il en est trois très différentes qui ont pu être conçues, et ont été plus ou moins appliquées : le refoulement, l'assimilation, le protectorat. Mais des trois, c'est la dernière qui seule se présente comme rationnelle; l'étude psychologique des sociétés indigènes faite par M. L. Vignon le rend de toute évidence, et les nombreuses considérations pratiques d'administration coloniale qu'il présente sont d'accord pour le démontrer avec les raisonnements scientifiques qui forment la base de ce livre. Avec la politique du protectorat, on fera accepter le contact des colons par les indigènes sans les troubler dans leurs croyances, leur mode de vivre et leurs habitudes.

Il reste à savoir comment devra être dirigée la pratique de ce protectorat, question assurément délicate, mais que l'auteur étudie en détail et solutionne avec une grande compétence de toutes les questions coloniales, en s'appuyant sur cette méthode scientifique et ce principe déterministe qui permettent de reconnaître les fautes commises et sont les guides les plus sûrs pour arriver à établir une bonne organisation coloniale.

G. Regelsperger.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Août 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Esclangon** : *Sur la transformation mécanique du temps sidéral en temps moyen.* Cette transformation mécanique peut être réalisée par un jeu d'engrenages, de telle sorte que le rapport des vitesses de rotation des roues extrêmes soit égal au rapport des temps sidéral et moyen. L'auteur a utilisé deux couples d'engrenages ayant respectivement comme nombres de dents 119, 330 et 317, 114; les roues intermédiaires de 330 et 317 dents sont montées sur le même axe; les roues extrêmes de 119 et 114 dents correspondent la première au temps moyen, la seconde au temps sidéral. La précision est telle qu'il y aura seulement perte d'une seconde en 8 ans.

2° Sciences physiques. — MM. **P. Roubertie** et **A. Nemirowsky** : *Sur de nouveaux écrans fluorescents pour la radioscopie.* Etant donnés l'épuisement du stock de platine en France pendant la guerre et le prix exorbitant des écrans au platinocyanure de baryum, les auteurs ont cherché et réussi à préparer de nouveaux écrans fluorescents en utilisant les tungstates, en particulier celui de calcium, qui donne une luminescence blanche sous l'action des rayons X. — MM. **R. Levaillant** et **L. J. Simon** : *Action de la chloryhdrine sulfurique sur le sulfate dimétyhlique. Préparation du chlorosulfonate de méthyle.* Par l'action de la chlorhydrine sulfurique sur les sulfates acide et neutre de méthyle, on peut, dans des conditions complexes mais réglables, obtenir assez avantageusement le chlorosulfonate de méthyle. — M. **G. Mignonac** : *Synthèse des cétimines par voie catalytique.* Dans un tube, on place une traînée d'oxyde de thorium. Sur la masse chauffée, entre 300° et 400°, on entraîne, par un courant rapide de gaz ammoniac, la cétone à transformer, et l'on condense les produits formés dans un récipient refroidi par de la glace; puis on sépare l'eau et la cétone en excès. L'auteur a ainsi obtenu : méthylphénylcétimine, éthylphénylcétimine, cyclohexylcétimine, etc. — M. **H. Violle** : *Sur les peroxydases dans les laits.* La réaction des peroxydases ne permet point de juger de la qualité d'un lait; des laits sains peuvent contenir très peu de peroxydases, tandis que des laits provenant de mamelles malades peuvent en renfermer abondamment. Une réaction positive indique que le lait est cru, mais il est facile de faire apparaître cette réaction par l'adjonction, à des laits chauffés, de tissus ou de liquides organiques frais, d'origine animale ou végétale diverse et de composition variée.

3° Sciences naturelles. — MM. **L. Daniel** et **Thoulet** : *Dépôts coquillers aux environs d'Erquy* (*Côtes-du-Nord*). Les auteurs ont découvert au voisinage d'Erquy un grand nombre de dépôts de coquilles marines, où prédominent surtout des Patelles et des Moules. Les unes peuvent avoir été apportées avec le goëmon employé comme engrais; d'autres correspondent à des débris de cuisine préhistoriques; enfin certaines sont des formations ayant fait partie d'anciens estuaires. Beaucoup de ces dépôts datent sans doute du grand cataclysme de l'an 709 qui a submergé la côte ouest de la presqu'île du Cotentin. — M. **H. Coupin** : *Sur l'absorption des sels minéraux par le sommet de la racine.* L'auteur conclut de ses recherches que la pointe de la racine est susceptible d'absorber les sels minéraux et que ceux-ci sont copieusement utilisés pour l'édification du végétal auquel on les a ainsi offerts. — M. **P. Marchal** : *Le cycle évolutif du Puceron lanigère du Pommier* (Eriosoma lanigera *Haussmann*). Les savants américains ont montré que l'Orme américain hébergeant la génération sexuée du Puceron lanigère peut être considéré comme l'hôte définitif de cet insecte, le Pommier et quelques autres arbres du même groupe jouant le rôle d'hôtes intermédiaires. L'auteur montre que le cycle évolutif du Puceron lanigère offre en France des caractères très différents; la génération sexuée semble ne jamais aboutir dans notre pays, et l'espèce se perpétuant pendant l'hiver sur le Pommier au moyen des hivernants se maintient sur cet arbre par parthénogénèse indéfinie. Ce fait tient à l'absence ou à la très grande rareté de l'*Ulmus americana* en Europe, qui a empêché la migration régulière qui avait lieu en Amérique entre cet arbre et le Pommier de s'établir. Par contre, il existe sur notre Orme indigène une espèce voisine, que l'auteur nomme *Eriosoma almosedens*, dont le cycle évolutif présente une génération sexuée et des générations parthénogénétiques, mais s'effectue en entier sur l'Orme. — M. **P. Vayssière** : *Quelques procédés de destruction des Acridiens et leur application.* A la suite de ses essais, l'auteur croit possible d'enrayer à l'avenir la pullulation du *Dociostaurus marocanus* et des Acridiens en général. Dans ce but, lorsque les bandes des jeunes larves d'Acridiens se constituent, on doit utiliser : 1° les lance-flamme sur toutes les surfaces contaminées où il n'y a aucune chance d'incendie (Crau désertique, etc.); 2° les pulvérisations d'une solution à 50 °/₀ de chloropicrine dans les zones où le lance-flamme serait d'un emploi dangereux; 3° les appâts arsenicaux dans les prairies irriguées où les animaux ne viennent pas pâturer. — MM. **W. Kopaczevski** et **A. Vahram** : *La suppression du choc anaphylactique.* Les auteurs sont parvenus à supprimer les accidents anaphylactiques provoqués par l'injection déchaînante, chez le cobaye, par une injection préalable, 10 minutes auparavant, d'oléate, de taurocholate ou de glycocholate de soude à 1 °/₀, substances dont le caractère commun est d'abaisser la tension superficielle. Ce fait semble confirmer que le choc anaphylactique est dû à des phénomènes physiques s'accomplissant entre les colloïdes et régis par les lois des réactions colloïdales. — M. **J. Amar** : *Force élastique des poumons malades.* On doit voir dans l'élasticité des poumons une propriété inséparable de la contractilité; toutes deux sont en jeu dans l'expiration et l'inspiration. Elle est un instrument dont la fonction d'hématose règle l'emploi, par l'agent nerveux, pour assurer la défense de l'organisme. Elle est plus ou moins compromise dans les maladies alvéolaires et permet de les caractériser par des signes constants. — M. **V. Galippe** : *Nouvelles recherches sur la présence d'organismes vivants dans les cellules des glandes génitales mâles.* L'auteur a retrouvé dans les cellules des glandes génitales mâles de la grenouille, du triton, de la tanche, de la raie les organismes vivants qu'il a appelés microzymas, et il y a observé l'organisation de ceux-ci en microcoques isolés ou associés, puis la transformation de ces derniers en bacilles ovoïdes. Cette microbiose normale semble jouer un rôle prépondérant dans la fécondation et dans l'hérédité normale et pathologique.

Séance du 11 Août 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Portevin** : *Sur certaines cassures défectueuses des éprouvettes de traction prélevées en « travers » dans l'acier.* Les cassures en question présentent le caractère commun de posséder, normalement à l'axe de l'éprouvette, des zones fibreuses montrant l'hétérogénéité du métal. Ces zones fibreuses sont des amas de sulfures, c'est-à-dire des ségrégations locales du lingot, que le forgeage ni les traitements thermiques ne peuvent faire disparaître. Pour les éviter, il faut : 1° réduire au minimum les dégagements de gaz dans la coulée; 2° donner à la zone extérieure basaltique du lingot le plus d'importance, c'est-à-dire utiliser des lingots aussi petits que possible,

compatibles avec la destination à donner à l'acier. — M. A. **Cornu-Thénard** : *Sur les essais de flexion par choc de barreaux entaillés.* Contrairement à la façon dont se comportent la grande majorité des aciers trempés et revenus ou recuits normalement, l'acier extra-doux cristallisé à gros grains accuse, à l'essai de choc, une sensibilité spéciale à la variation du diamètre ou de la profondeur de l'entaille ronde. Donc pour déceler en toute sécurité la fragilité d'un matériel, il importe que l'entaille ronde présente simultanément : 1° un diamètre suffisamment petit (au plus 2 mm.); 2° une profondeur suffisamment grande (moitié de l'épaisseur du barreau).

2° Sciences physiques. — M. **Marti** : *Sur une mesure de la vitesse de propagation des ondes sonores dans l'eau de mer.* L'auteur a déterminé la vitesse du son dans l'eau de mer au moyen de microphones alignés sur le fond à des distances connues ; les ondes sonores étaient produites par la détonation d'explosifs placés sur l'alignement, et les passages du front de l'onde aux différents microphones étaient enregistrés au moyen d'un chronographe. La vitesse de propagation de l'onde est d'environ 1.503,5 m. par seconde à la température de 14°,5 dans l'eau de mer ayant, à la température de 14°,9, une densité égale à 1,0245. — MM. **H. Abraham** et **Eug. Bloch** : *Application des amplificateurs à l'inscription mécanique des signaux de t. s. f.* Les auteurs sont parvenus, par l'emploi des amplificateurs à lampes, à inscrire les signaux de t. s. f. sur bande de papier enfumé ou sur bande Morse, sans aucun relais mécanique. Au moyen de leurs dispositifs, on peut recevoir et inscrire correctement les signaux de tous les grands postes européens et américains. — M. **J. Rouch** : *La variation diurne de la vitesse du vent dans l'atmosphère.* La vitesse du vent du matin reste supérieure à la vitesse du vent de l'après-midi jusqu'à une altitude voisine de 2.000 m. Les observations sont encore trop peu nombreuses pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives sur l'existence d'une variation diurne du vent au-dessus de 3.000 m., quoique en des régions différentes les résultats soient concordants pour assigner au vent de l'après-midi une vitesse un peu supérieure à la vitesse du vent du matin. — MM. **G. Chavanne** et **L.-J. Simon** : *Sur la composition de quelques essences de pétrole asiatiques.* Les essences de Perse sont très riches en carbures acycliques, en particulier l'essence de Perse extra ; elle est surtout remarquable par sa richesse en produits volatils. L'essence épurée est riche en produits élevés. L'essence de Sumatra renferme également beaucoup de carbures acycliques et plus de carbures cycliques saturés que les essences de Perse. Parmi les essences de Bornéo, l'une est d'une richesse exceptionnelle en carbures cycliques saturés (84 %).

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lacroix** : *Sur une scapolite des pegmatites de Madagascar constituant une gemme.* L'auteur a trouvé dans des pegmatites de Madagascar une scapolite en prismes quadratiques allongés suivant l'axe vertical et pouvant atteindre plusieurs centimètres. La coloration est jaune, avec un faible polychroïsme. La densité est de 2,67, la dureté de 6,5. Elle présente trois particularités chimiques nouvelles pour ce minéral; elle renferme non seulement Cl, mais un peu de F, Sr et Fe. La grande pureté du minéral permet d'en tirer des gemmes d'une limpidité et d'une perfection irréprochables; une fois taillée, elle ressemble à certains béryls. — M. **D. Faucher** : *Contribution à l'étude des niveaux lacustres et des niveaux fluviatiles de la basse vallée du Vardar.* Le Vardar, au niveau de 330-350 m., dans la région du Défilé des Tsiganes, semble l'héritier direct de la transgression lacustre qui a fourni les terrasses de calcaire à l'altitude de 400 m. Le fleuve, s'enfonçant sur place, a marqué un premier temps d'arrêt vers cette altitude, un deuxième temps d'arrêt vers les cotes 270-250 m., et un troisième au moment où il atteignait le niveau 80-70 m. dans le bassin Karasouli-Dambovo. Il y a enfin à distinguer, au-dessus du lit majeur actuel, qui est à 25-30 m. dans la région considérée, un niveau formant terrasse à 40-50 m. d'altitude. — M. **L. Gentil** : *Sur l'origine et les caractères morphologiques des rideaux en pays crayeux* (voir p. 537). Au point de vue géologique, les rideaux ne peuvent prendre naissance si l'argile à silex (qui les forme par glissement superficiel) ne renferme pas une proportion suffisante d'argile. La répartition des rideaux est en rapport étroit avec l'inclinaison des lignes d'affleurement de la craie. Seul un climat assez humide, avec pluies fines assez fréquentes, paraît devoir favoriser leur formation. — M. **P. Bonnet** : *Sur les relations entre les couches à* Otoceras *de l'Arménie (Transcaucasie méridionale) et celles de l'Himalaya.* L'auteur déduit de ses observations qu'il faut cesser de considérer les *Otoceras* d'Arménie comme plus anciens que ceux de l'Himalaya et qu'il faut, par conséquent, tenir pour synchroniques les couches qui les renferment dans chacune de ces deux contrées. La coexistence des *Productus* avec les *Otoceras* arméniens doit être regardée comme un indice non de leur plus grande ancienneté, mais du caractère néritique du faciès des couches qui les renferment. — M. **L. Blaringhem** : *A propos de l'hérédité des fascies de* Capsella Viguieri. L'état de fasciation est un caractère bien fixé pour *Capsella Viguieri* comme pour *Celosia cristata.* Ce caractère s'étale avec d'autant plus d'ampleur que les conditions de croissance de rosette sont plus favorables au développement végétatif, conditions qui donnent les légumes bien tournés. — M. **E. Vialleton** : *Epiphyses et cartilage de conjugaison des Sauropsidés.* Les recherches de l'auteur ne sont pas en faveur de la distinction des épiphyses en trois catégories proposée par Parsons. Le noyau osseux de l'épiphyse paraît être une formation bien secondaire, et on ne s'explique pas pourquoi les épiphyses de pression manquent, chez les Mammifères, en certains points qui jouent un rôle mécanique important, tandis qu'elles existent dans d'autres qui ne subissent aucune pression notable. Toutes ces difficultés s'expliquent mieux en pensant au rôle du cartilage de conjugaison qu'en envisageant les noyaux épiphysaires eux-mêmes. — M. **F. Vlès** : *Remarques sur les propriétés spectrales de quelques hémoglobines d'Annélides.* L'auteur a constaté, entre les sangs à hémoglobines de certains Invertébrés et ceux des Mammifères, quelques discordances optiques qui, jusqu'à présent, ne peuvent guère s'interpréter avec vraisemblance que comme résultat d'une structure moléculaire aberrante de la protéide chez les premiers. Peut-être se trouve-t-on sur la trace des protohémoglobines qu'on a cherchées vainement jusqu'à présent.

Séance du 18 Août 1919

1° Sciences mathématiques. — MM. **G. Fayet** et **A. Schaumasse** : *Sur le prochain retour de la comète périodique 1911 VII (Schaumasse).* D'après les calculs des auteurs, le prochain passage au périhélie, qui se trouve avancé d'environ un mois par le fait des perturbations de Jupiter et de Saturne, aurait lieu vers le 8 novembre prochain. La comète pourrait être recherchée dès le début de septembre, avec de grands instruments, par 7 h. d'ascension droite et 19° de déclinaison boréale. — M. **R. Baillaud** : *Astrolabe photographique impersonnel.* L'appareil se compose des mêmes éléments que l'astrolabe visuel de Claude et Driencourt, mais le prisme est retourné : l'arête (horizontale) du dièdre formé par les deux faces obliques est située contre l'objectif. Ces deux faces sont argentées. Quand la hauteur apparente de l'étoile a une valeur voisine de l'angle du prisme, le faisceau de rayons parallèles que l'on en reçoit frappe la face supérieure du prisme directement, la face inférieure après réflexion sur le bain de mercure, et donne dans le champ, après s'être réfléchi sur ces deux faces, deux images qui se déplacent de la même manière que dans l'astrolabe ordinaire. Dans le plan focal, on place un châssis photographique. Les deux images de l'étoile tracent sur la plaque deux traînées qu'on interrompt à des secondes rondes, enregistrées sur un chronographe. De l'ensemble d'une série de points correspondants des

deux traînées, on peut aisément déduire l'heure de la coïncidence.

2° Sciences physiques. — M. **P. Nicolardot** : *Sur l'attaque des verres réduits en poudre.* L'attaque des poudres de verres de diverses grosseurs par l'eau pure est sensiblement la même ; avec HCl décinormal, cette attaque augmente en général avec la finesse du grain. En outre, presque tous les verres réduits en poudre s'attaquent plus avec HCl décinormal qu'avec l'eau pure ; c'est le contraire de ce qu'on observe généralement sur les récipients entiers. — MM. **Ch. Boulin** et **L. J. Simon** : *Sur l'évolution du mélange de sulfate diméthylique et de chlorhydrine sulfurique.* Ce mélange, à poids égaux, produit un dégagement de chaleur dû à la formation de chlorosulfonate de méthyle et de sulfate acide de méthyle, réaction limitée par la réaction inverse. Ultérieurement, le sulfate acide de méthyle formé réagit sur la chlorhydrine sulfurique pour donner du chlorosulfonate de méthyle et de l'acide sulfurique. Si l'on distille, les constituants volatils s'éliminent et l'acide sulfurique augmente de plus en plus. — MM. **J. Bougault** et **P. Robin** : *Sur l'oxydation de la benzaldoxime.* L'action de l'iode et du carbonate de soude sur la benzaldoxime fournit, en dehors de l'acide benzoïque : du peroxyde de benzaldoxime (35 %), de la benzoylbenzaldoxime (4 à 6 %) et de la dibenzényl-oxoazoxime (15 à 20 %).

3° Sciences naturelles. — MM. **E. L. Bouvier** et **d'Emmerez de Charmoy** : *Mutation d'une Caridine en Ortmannie et observations générales sur les mutations évolutives des Crevettes d'eau douce de la famille des Atyidés.* Les auteurs ont constaté sur des élevages que, de même que les femelles de l'*Ortmannia Alluaudi* donnent en même temps des individus de leur type et du type générique supérieur (*Atya serrata*), les femelles du *Caridina Richtersi* produisent simultanément des Caridines et des *Ortmannia Edwardsi* du type supérieur. Ces *O. Edwardsi*, en se reproduisant, ne retournent plus à la forme Caridine ; une fois réalisée, la mutation ne rétrograde pas. Il n'y a pas ici hybridation, mais mutation par un saut brusque, sans doute identique à celle par laquelle se sont formées autrefois les *Ortmannia* et les *Atya*.

Séance du 25 Août 1919

1° Sciences physiques. — MM. **Ch. Mauguin** et **L. J. Simon** : *Sur la préparation du chlorure de cyanogène par la méthode de Held.* La méthode indiquée par Held (action du chlore sur le cyanure de sodium en solution aqueuse en présence de sulfate de zinc) fournit avantageusement le chlorure de cyanogène pur à condition de rejeter les proportions de sulfate de zinc qu'il avait indiquées et de choisir au contraire celles qu'il avait rejetées (4 mol. de cyanure pour 1 de sulfate), bien qu'elles fussent conformes à sa suggestion théorique.

2° Sciences naturelles. — M. **Ch. Pussenot** : *A propos d'une submersion récente des côtes du Morbihan.* L'auteur déduit de sondages faits en Vilaine près de la Roche-Bernard et à Redon que l'ancien thalweg est en ce point à peu près à 27 m. au-dessous du niveau moyen de la mer. Une différence de cote aussi considérable ne peut provenir que d'une submersion partielle de la vallée, submersion que le passage brusque du sable et du gravier à la vase indique comme ayant dû être rapide. — M. **A. Guébhard** : *A propos de la prismation des coulées basaltiques.* Ce n'est pas tantôt par un phénomène de retrait et tantôt par la loi des coupures cellulaires, comme le croit, avec M. R. Sosman, M. Dauzère, que s'est produite la prismation des basaltes, mais toujours par l'action successive et coordonnée de ces deux causes physiques, elles-mêmes subordonnées à une troisième, dont le rôle principal a été trop méconnu, même par Longchambon : la propriété de foisonnement momentané qu'ont tous les silicates à l'instant de la solidification. — M. **P. Parmentier** : *Les irrigations et les arrosages en Syrie et en Palestine.* L'auteur estime que les irrigations et arrosages, tels qu'ils sont actuellement pratiqués en Syrie et Palestine, sont très défectueux à tous les points de vue. 80 litres d'eau, complètement utilisés par la plante, remplaceraient parfaitement, pour le même temps, les 600 litres employés présentement, d'où économie considérable de 520 litres par arbre, et d'autre part plus d'atmosphère humide confinée sous les arbres, ni de durcissement des légumes verts en partie submergés. — M. **E. de Wildeman** : *Sur le* Macaranga saccifera *Pax, Euphorbiacée myrmécophile de l'Afrique tropicale.* L'auteur montre qu'il faut indiscutablement considérer cette plante comme pouvant donner asile, dans ses stipules transformées en sacs, à des fourmis. Mais on ne peut pas certifier que les fourmis établissent un véritable logement dans ces urnes comme dans les tiges ou les feuilles d'autres myrmécophiles africaines. — M. **A. Paillot** : *La karyokynétose, nouvelle réaction d'immunité naturelle observée chez les chenilles de Macrolépidoptères.* Lorsqu'on inocule des chenilles d'*Euproctis chrysorrhea* avec une émulsion de culture de *Bac. melolonthæ non liquefaciens* γ, on observe une phagocytose assez rapide par les micronucléocytes et quelques macronucléocytes ; puis celle-ci s'accompagne bientôt d'une abondance extraordinaire des éléments en état de mitose, qui passe de 3-4 % à 30-40 %. L'auteur propose de nommer *karyokynétose* cette nouvelle réaction cellulaire d'immunité, qui aboutit à un accroissement du nombre des macronucléocytes.

Séance du 1er Septembre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Guillaumin** : *Sur les efforts de contact dans les solides hétérogènes et notamment dans le béton armé.* L'auteur montre que les déformations longitudinales des pièces en béton armé doivent avoir pour effet de provoquer, entre les deux matériaux, des modifications non négligeables d'adhérence dont le sens dépend du signe de la différence entre les coefficients de Poisson de l'acier et du béton. M. V. Karpen, dans sa théorie récente du béton armé (voir p. 496), ne fait pas intervenir les déformations longitudinales ; sa théorie, certainement exacte au point de vue qualitatif, doit cependant être modifiée de ce fait. — M. **Eug. Cosserat** : *Sur quelques étoiles dont le mouvement propre annuel total est supérieur à* 0",5. L'auteur a délimité sur le Catalogue photographique de Toulouse six régions renfermant des étoiles doubles douées de mouvement propre. Il a cherché à représenter les positions moyennes, rapportées à l'équinoxe moyen de 1900,0, de ces étoiles par des formules de la forme $\alpha = \alpha_0 + \mu t$, $\delta = \delta_0 \times \mu' t$, où t désigne l'époque du cliché, comptée à partir de 1900,0 et exprimée en années tropiques, où α_0, δ_0, μ, μ' sont des nombres indépendants de t, et où α, δ désignent l'ascension droite et la déclinaison. — M. **B. Jekhowsky** : *Orbite de la comète* 1919 *b* (*Metcalf*). D'après les calculs basés sur les observations des 21, 22 et 23 août, l'orbite de cette comète serait une ellipse, dont l'excentricité est environ égale à 0,7571. — M. **C.-L. Charlier** : *Sur les nébuleuses spirales.* L'auteur suppose que les nébuleuses spirales sont formées par la collision d'un corps extra-galactique animé d'une grande vitesse avec notre système stellaire ; dans ce cas, en effet, ce corps s'éloigne indéfiniment de notre système stellaire, emmenant une partie plus ou moins grande (peut-être une seule étoile) de notre système, qui formera par une évolution graduelle la nébuleuse spirale. Cette hypothèse explique très simplement : 1° les vitesses radiales positives des nébuleuses, 2° leur condensation autour des pôles galactiques, 3° leur forme spiralée.

2° Sciences physiques. — MM. **A. Soret** et **R. Couespel** : *Sur un microphone à alvéoles multiples.* Les auteurs ont réalisé un nouveau transmetteur microphonique en multipliant les contacts individuels des grenailles de leur audiphone avec la lame vibrante ; pour cela, ils pratiquent dans la pastille de charbon non plus 3, 6 ou 10 alvéoles, mais un très grand nombre, de diamètre réduit et ne contenant chacune qu'une grenaille. L'emploi de lamelles vibrantes extra-minces et polies permet encore d'accroître la pureté du son et la sensibilité de l'appareil. — M. **A. Boutaric** : *Sur le calcul du rapport*

entre la pression de vapeur d'un solide et celle du liquide surfondu à diverses températures. L'auteur arrive à la formule :

$$\log_e \frac{p_1}{p_2} = \frac{U_0}{2RT}\left(1 - \frac{T^2}{\theta^2}\right),$$

qui ne fait intervenir que U_0 et θ, c'est-à-dire la chaleur de fusion et la température de fusion. L'application de cette formule donne des résultats concordant bien avec les données expérimentales pour l'eau et le benzène, mais non pour l'acide formique; les déterminations faites sur ce dernier auraient besoin d'être reprises. — MM. **J. Guyot** et **L. J. Simon** : *Action du sulfate diméthylique et des méthylsulfates alcalins sur les chlorures et bromures alcalins secs.* Le sulfate diméthylique réagit sur NaCl pour donner du méthylsulfate de Na et du chlorure de méthyle; mais le méthylsulfate se décompose à son tour en formant du pyrosulfate de sodium et de l'oxyde de méthyle; en outre, le méthylsulfate réagit sur NaCl pour donner du sulfate de sodium et du chlorure de méthyle. Les bromures alcalins donnent lieu à des réactions analogues. — M. **J. Delpech** : *Sur les poudres B pures.* Ces poudres B pures, qui sont préparées avec des collodions spéciaux filtrés de la même façon que ceux destinés à la filature de la soie artificielle, possèdent exactement les mêmes propriétés balistiques que les poudres B ordinaires. Leur transparence permet d'éliminer tous les brins suspects et rend possible la constitution de lots parfaitement homogènes au point de vue de la stabilité.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lacroix** : *La constitution minéralogique et chimique des laves des volcans du Tibesti.* Les roches du Koussi constituent une série pétrographique très homogène, à soude prédominant sur la potasse, sauf une exception. Il n'existe pas de types très riches en silice libre; par contre, certains termes renferment, au moins virtuellement, des feldspathoïdes et cette propriété s'observe aussi bien dans les types de couleur claire que dans les roches très basiques. Malgré la richesse en alcalis des roches claires, leur teneur en chaux est toujours assez élevée. La partie du Tibesti qui se développe au N.-E. du Koussi présente des caractéristiques lithologiques assez différentes de celles de ce volcan. Ici, plus de roches à silice déficitaire, plus de roches à feldspathoïdes; l'excès de silice est un caractère général de la série, qui présente en outre un caractère calco-alcalin des plus frappants. — M. **Tilho** : *Les matières premières et les chemins de fer de l'Afrique tropicale au nord de l'Equateur.* Cette région produit les matières principales suivantes : bois et caoutchouc; oléagineux, textiles et fibres; produits alimentaires végétaux et animaux; minéraux divers. Mais leur exploitation dépend du recrutement de la main-d'œuvre et de l'établissement de voies de communications. L'auteur recommande la construction : 1° d'une grande voie ferrée d'intérêt général africain, le *Transsoudanais*, de Dakar et Conakry à Port Soudan et Djibouti; 2° d'une grande voie ferrée d'intérêt général français, le *Transsaharien*; 3° de chemins de fer de pénétration vers l'intérieur. — MM. **Vermorel** et **Dantony** : *Efficacité comparée des bouillies bordelaises ordinaires et des bouillies bordelaises caséinées pour la préservation des grappes.* La caséine est un adjuvant de tout premier ordre, qu'il faudra dorénavant employer dans toutes les bouillies bordelaises (à base de chaux) : 1° parce qu'elle assure la « mouillabilité » et, par conséquent, une répartition uniforme, sur toute la surface des organes traités, du cuivre protecteur; 2° parce qu'elle maintient en place, malgré pluies et intempéries, et sans diminuer la solubilité, le cuivre qu'on ne saurait répandre à nouveau sur des raisins enfouis au milieu des feuilles. — MM. **G. Bertrand**, **Brocq-Rousseau** et **Dassonville** : *Destruction de la punaise des lits* (Cimex lectularius *Mer.*) *par la chloropicrine.* La destruction des punaises peut être obtenue avec des doses de chloropicrine assez faibles pour que l'emploi de cette substance soit pratiquement réalisable. Les doses de 4 à 10 gr. par m³ paraissent être les plus convenables. Au cas où les œufs ne seraient pas détruits, la durée d'éclosion étant d'environ 8 jours, un nouveau traitement devra être effectué 2 semaines après le premier pour assurer la destruction des générations nouvelles.

Séance du 8 Septembre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Guillaumin** : *Sur les effets transversaux du retrait dans les ouvrages en béton armé.* Le retrait du béton, pendant le durcissement à l'air des ouvrages en béton armé, a pour effet, comme l'a montré M. V. Karpen (voir p. 496), de presser les armatures contre leur gaine de béton et de créer une adhérence. En même temps, il se développe, dans les sections transversales de la gaine, des tensions dirigées suivant les circonférences des différentes couches concentriques; ce sont là des effets du retrait qu'on peut appeler transversaux. La rectification des calculs de M. Karpen, faite en tenant compte que le coefficient d'élasticité du béton à l'extension s'annule dès que l'allongement atteint une limite voisine de 10^{-4}, conduit à donner une limite à l'adhérence.

2° Sciences physiques. — M. **J. Rey** : *Phare de grand atterrage avec optique à réflecteurs métalliques.* Le nouveau phare de l'îlot du Galiton, à l'WNW de Bizerte, se distingue par le remplacement de l'optique en verre du système de Fresnel, seule employée dans les phares depuis une centaines d'années, par une optique entièrement nouvelle, constituée par 4 réflecteurs en bronze spécial doré et bruni, représentant chacun le quart d'un réflecteur entier, parabolique, de 2,25 m. de diamètre et de 0,65 m. de distance focale. Cette optique est montée sur un soubassement, avec cuve à mercure lui permettant d'effectuer une révolution complète en 20 secondes. Les mesures photométriques effectuées sur cet appareil à Paris ont indiqué en laboratoire une puissance maxima du feu de 202.000 bougies, et en plein air d'environ 173.000 bougies. — MM. **Ch. Mauguin** et **L. J. Simon** : *Sur le chlorure de cyanogène.* Les expériences des auteurs montrent qu'il n'existe que deux chlorures de cyanogène, et non trois : l'un volatil, bouillant à +12°,5 sous la pression atmosphérique; l'autre solide, fusible à 145°.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Pussenot** : *Nouvelles observations au sujet d'une submersion récente des côtes du Morbihan.* L'auteur a observé à Plouharnel, à Kerlostin et dans l'île de Tiviec des dépôts dont la formation peut s'expliquer sans recourir à l'hypothèse d'une submersion. Au contraire, toutes les observations indiquent qu'ils ont été accumulés sur les points où ils se trouvent, dans les conditions actuelles d'altitude et par les vagues des grandes tempêtes. S'il s'est produit des mouvements récents du sol sur les côtes de la Bretagne, ils ont eu un caractère essentiellement local. — M. **M. Leriche** : *Sur des Poissons fossiles de la région côtière du Congo et sur la présence de l'Eocène dans cette région.* L'auteur a déterminé les Poissons fossiles recueillis à la falaise de Landana (enclave de Cabinda) et à Sasazao, à 10 km. dans l'intérieur des terres. Les premiers se caractérisent par l'association d'une espèce crétacée à un ensemble de formes tertiaires; les seconds représentent une formule nettement éocène. La situation géographique du gisement de Sasazao, entre les gisements incontestablement éocènes de l'Angola, d'une part, du Togo et du Sénégal, d'autre part, montre que l'Eocène doit former une bande plus ou moins continue le long de la côte occidentale de l'Afrique équatoriale. — M. **L. Blaringhem** : *Vigueur végétative, compensatrice de la stérilité, chez les hybrides d'espèces de digitales* (D. purpurea, D. lutea). L'hybridation entre espèces de Digitales, qui entraîne la stérilité, provoque le développement excessif des tissus végétatifs avec tous les caractères qui sont propres aux organes jeunes et surnourris. — M. **E. Roubaud** : *Antagonisme du bétail et de l'homme dans la nutrition sanguine de l'Anopheles*

maculipennis. *Le rôle antipaludique du bétail domestique.* Les observations de l'auteur lui ont montré que : 1° L'*A. maculipennis* pique à l'intérieur des locaux occupés par l'homme ou ses animaux domestiques. Il recherche avant tout le bétail, exceptionnellement l'homme. 2° Les Anophèles se partagent chaque nuit, par ordre de préférence, le bétail disponible d'un district. Les animaux les plus recherchés protègent les autres. 3° L'homme est protégé par les animaux ; cette protection est d'autant plus complète que la population anophélienne trouve plus aisément à satisfaire ses besoins de sang sur le bétail. C'est là ce qui règle ou non la présence des Anophèles dans les maisons. Dans nos régions, le bétail domestique joue donc un rôle antipaludique de premier ordre en fixant sur lui l'immense majorité des Anophèles. — MM. **G. Bertrand** et **Dassonville** : *Sur le traitement de la gale des Equidés par les vapeurs de chloropicrine.* Les auteurs ont obtenu la guérison de chevaux galeux par un traitement à la chloropicrine renouvelé à une quinzaine de jours d'intervalle. Cette nouvelle méthode est au moins aussi efficace que la sulfuration ; elle réduit le séjour dans les cabines à 30 min. au lieu de 2 h., ce qui permet de traiter un plus grand nombre de sujets dans le même temps; elle est beaucoup plus simple; elle ne détermine pas d'accroissement notable de pression à l'intérieur des cabines, ce qui supprime la nécessité d'une étanchéité absolue. La nouvelle méthode n'a pas d'action destructive sur le tissu des collerettes et sa sécurité vis-à-vis des chevaux est plus grande.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 26 Juin 1919

Sciences physiques. — M. **H. Jeffreys** : *La relation entre le vent et la distribution de la pression.* Un classement d'environ 600 observations de vent sur la mer du Nord, d'après leur vitesse et leur direction, montre que le trait le plus frappant des valeurs résultantes est leur distribution asymétrique de fréquence. Ce fait se retrouve dans presque toutes les classes, et l'auteur en conclut qu'il ne peut résulter que d'une variation dans la turbulence ou la contorsion systématique des isobares, mais d'une échelle trop faible pour être enregistrée sur les cartes de temps. Cette dernière cause, toutefois, et aussi les variations de la turbulence qui maintiendraient égal à toutes les hauteurs le coefficient de viscosité tourbillonnaire, conduiraient à de fortes corrélations entre S/G et α, qui n'ont pas été observées. L'auteur en conclut que la cause principale de la variation dans la relation entre le vent de surface et le gradient est la variation dans la distribution verticale de la turbulence. — **M. A. Mallock** : *Diffusion de la lumière par la pluie, les nuages ou le brouillard.* L'auteur attire l'attention sur l'analogie entre la diffusion de la lumière par de petites gouttes et la diffusion de la chaleur par conduction. Les gouttes considérées sont supposées avoir, au moins, des diamètres égaux à plusieurs longueurs d'onde de la lumière qu'elles diffusent, de sorte que les particularités de la diffusion dépendant de la relation entre le diamètre et la longueur d'onde n'affectent pas le résultat. La pluie, les nuages et le brouillard sont formés de gouttes de ce genre. L'opacité d'un espace contenant un nombre de gouttes insuffisant pour oblitérer complètement les objets éloignés dépend de l'affaiblissement du contraste entre la lumière et l'ombre provoquée par la lumière qu'elles diffusent, et non d'une défiguration ou d'un manque de définition. La quantité de lumière directe qui parvient à l'œil d'une source située à l'intérieur d'un brouillard ou d'une averse est proportionnelle à 2^{-ml}, où ml est la distance de la source à l'œil et l l'épaisseur de la couche qui réduit de moitié la lumière directe. La réduction de moitié est causée par un nombre de gouttes tel que, si elles étaient placées côte à côte dans un plan normal au rayon, elles intercepteraient toute la lumière directe; mais, quand le même nombre de gouttes est distribué au hasard dans un volume d'épaisseur l dans la direction du rayon, elles permettent à la moitié de la lumière directe de passer, par suite de la probabilité que quelques-unes d'entre elles forment écran à d'autres et laissent donc un espace pour la radiation directe. L'auteur donne une relation entre l'intensité de la pluie (1 pouce par jour ou 1/86.000° de pouce par seconde) et l'opacité d'une averse. — **M. A. E. Oxley** : *Influence de la constitution moléculaire et de la température sur la susceptibilité magnétique.* IV. *Nouvelles applications du champ moléculaire.* L'auteur poursuit l'application de ses résultats antérieurs. Il montre que le changement de volume pendant la cristallisation peut être interprété comme un effet de magnéto-striction du champ moléculaire. Il suppose que le champ moléculaire est proportionnel à l'intensité locale de magnétisation, le coefficient de proportionnalité étant l'inverse de la susceptibilité limitante sous des forces du champ égales aux champs moléculaires respectifs à différentes températures. Après avoir discuté la nature du champ moléculaire, l'auteur arrive à la conclusion que les forces de cristallisation sont de nature magnétique. — **M. F. W. Aston** : *Expériences avec des électrodes perforées sur la nature de la décharge dans les gaz à faible pression.* L'auteur a étudié la décharge entre de larges électrodes planes percées d'une longue fente étroite, la charge traversant la fente étant recueillie et mesurée dans un cylindre de Faraday. Les mesures directes faites avec le cylindre de Faraday derrière la cathode et au même potentiel semblent indiquer que la moitié environ du courant total de la décharge est transportée à la cathode par des ions positifs. Les essais pour déterminer la distribution dans ce flux montrent qu'il est impossible d'y arriver directement, par suite de la très forte ionisation dans la région de la fente et d'autres raisons. En employant une anode perforée, on trouve que, lorsque la distance à la cathode augmente en proportion arithmétique, le courant transporté par les rayons cathodiques dans le cylindre de Faraday diminue géométriquement si le courant est constant. — **M. A. E. H. Tutton** : *Les séléniates doubles monocliniques du groupe du cobalt.* Ce mémoire traite des quatre séléniates doubles de la série $R^2M(SeO^4)^2.6H^2O$, où M = Co et R = K, Rb, Cs ou NH^4. L'auteur en a poursuivi l'étude cristallographique et physique sur le même plan que ses travaux antérieurement publiés sur les groupes du Mg, Zn, Fe et Ni et sur les séries analogues de sulfates doubles. Les résultats sont parfaitement d'accord avec ceux des précédentes recherches [1]. Deux faits dominants s'en dégagent : 1° l'ordre progressif de toutes les propriétés cristallographiques et physiques suivant la progression des nombres atomiques (donc des poids atomiques) des métaux alcalins interchangeables : K, Rb et Cs ; 2° l'isostructure presque parfaite — c'est-à-dire la congruence, la coïncidence et l'égalité de dimensions des cellules élémentaires des réseaux monocliniques — des cristaux des sels de NH^4 et de Rb du groupe. La progression avec le nombre atomique s'explique parfaitement par la loi de Moseley, gouvernant la complexité structurale progressive des atomes d'accord avec la suite des nombres atomiques.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE

Séance du 6 Mai 1919

1° Sciences mathématiques. — **M. J. Neuberg** : *Quelques problèmes de probabilité.* — **M. A. Demoulin** : *Sur les congruences de sphères cycliques et sur les systèmes triples orthogonaux à lignes de courbure planes ou sphériques dans un système.*

2° Sciences physiques. — **M. E. Henriot** : *Sur une propriété commune aux systèmes thermo-dynamiques les plus simples.* Le fait que l'inverse de l'énergie interne est facteur intégrant de dQ se retrouve dans la plupart des systèmes thermo-dynamiques les plus simples

1. Voir la *Revue gén. des Sc.* du 15 mai 1911, p. 381, et du 15 mai 1918, p. 287.

dont la théorie peut être considérée comme complète. L'auteur en donne quelques exemples. — M. **Ch. Nicaise** : *Volumes de ménisques de mercure.* Calcul de volumes de ménisques basé sur des photographies faites par l'auteur. — M. **S. Pienkowski** : *Sur une nouvelle forme de l'étincelle.* Observation d'une forme d'étincelle que l'auteur appelle étincelle grenue.

3° Sciences naturelles. — M. **A. J. J. Vandevelde** : *La stérilisation de la farine en vue de la fermentation panaire.* II. L'auteur est parvenu à obtenir de la farine de froment stérile dont le gluten a conservé ses propriétés mécaniques et chimiques. L'agent de stérilisation est le sulfure de carbone.

J.-E. V.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Janvier 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **Jan de Vries** : *Systèmes zéro, déterminés par des systèmes linéaires de courbes algébriques planes.* — MM. Jan de Vries et Hendrik de Vries présentent un travail de M. **G. Schaake** : *Une involution dans l'espace à rayons.* Compléments à un travail de M. Jan de Vries (29 septembre 1918) sur le même sujet. — MM. J. C. Kluyver et W. Kapteyn présentent un travail de M. **W. van der Woude** : *Sur une courbe du quatrième degré et du genre deux, où l'on peut inscrire une quantité infiniment grande de configurations de Desargues.* A propos d'un travail de Bateman sur le même sujet, l'auteur examine à quelle condition la courbe doit satisfaire pour être circonscrite à une infinité de pareilles configurations. — MM. J. C. Kapteyn et W. de Sitter présentent un travail de M. **H. Nort** : *La correction de distance pour les plaques de la « Harvard Map of the Sky ».*

2° Sciences physiques. — MM. J. D. van der Waals et H. A. Lorentz présentent une note de M. **J. D. van der Waals Jr.** : *Sur la théorie du mouvement brownien.* Réponse à MM. Ornstein et Burger (septembre 1918). — MM. H. A. Lorentz et F. A. H. Schreinemakers présentent un travail de M. **J. J. van Laar** : *Sur l'équation d'état pour des températures et des volumes quelconques. Analogie avec la formule de Planck.* L'auteur remplace le problème à trois dimensions par un problème analogue à deux dimensions et transforme ensuite le résultat pour l'appliquer à un système à trois dimensions. Il trouve ainsi que la relation entre l'énergie moyenne et la température, pour les petits volumes et les basses températures, est la même que celle exprimée par la formule de Planck, sans qu'interviennent cependant des considérations de quanta d'énergie. — M. **A. F. Holleman** : *Les recherches réfractométriques d'Eykman.* Coup d'œil sur l'œuvre d'Eykman, à l'occasion de la publication de ses travaux. — MM. P. Zeeman et S. Hoogewerff présentent un travail de M. **A. Smits** : *Le phénomène de la surtension électrique.* II. Examen de la surtension qui se produit dans le cas de dégagement d'hydrogène par l'action de métaux sur l'eau ou sur des solutions d'acides. — MM. J. Boëseken et F. M. Jaeger présentent une note de M. **F. E. C. Scheffer** : *Sur la démixtion métastable et la classification des systèmes binaires.*

3° Sciences naturelles. — MM. **J. Boeke** et **J. G. Dusser de Barenne** : *L'innervation sympathique des muscles striés chez les Vertébrés.* — MM. J. Boeke et L. Bolk présentent un travail de M. **J. G. Dusser de Barenne** : *Encore une fois l'innervation et le tonus de muscles striés.* — MM. J. Boeke et C. P. Sluiter présentent un travail de M. **Erik Agduhr** : *Les fibres musculaires striées des extrémités sont-elles également innervées par le sympathique ?* La réponse à la question est affirmative. — MM. J. Boeke et C. Winkler présentent un travail de M. **Erik Agduhr** : *La croissance post-embryonnaire du système nerveux consiste-t-elle uniquement en une augmentation des dimensions ou bien y a-t-il aussi un accroissement du nombre des neurones ?* (à suivre). — MM. G. van Rynberk et C. P. Sluiter présentent un travail de Mlle **Chr. Bastert** : *Quelques observations sur le mouvement respiratoire chez le Petromyzon fluviatilis.* La respiration se fait exclusivement à travers les orifices branchiaux.

J.-E. V.

Séance du 22 Février 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **Jan de Vries** : *Une transformation involutoire de l'espace à rayons, déterminée par deux homologies d'involution.* — M. **Jan de Vries** : *Une involution de rayons, déterminée par une congruence de Reye et une homologie d'involution.* — MM. L. E. J. Brouwer et J. C. Kluyver présentent un travail de M. **J. Wolff** : *Sur la convergence quasi-uniforme.*

2° Sciences physiques. — MM. H. A. Lorentz et W. H. Julius présentent un travail de MM. **L. S. Ornstein** et **H. C. Burger** : *Statistique de séries de nombres.* Déduction de quelques théorèmes généraux. Les résultats de Smoluchowski ne sont valables que dans des cas particuliers. — MM. J. Boëseken et F. M. Jaeger présentent un travail de MM. **F. E. C. Scheffer** et **G. Meyer** : *Sur une méthode indirecte d'analyse d'hydrates de gaz par voie thermodynamique et son application à l'hydrate d'hydrogène sulfuré.* I. Etude des équilibres hétérogènes dans le système hydrogène sulfuré-eau. — MM. Ernst Cohen et P. van Romburgh présentent un travail de M. **Nil Ratan Dhar** : *Catalyse.* VI. *Coefficients de température de réactions hétérogènes.* Extension à des réactions hétérogènes des résultats obtenus précédemment dans l'étude des réactions en milieu homogène. — MM. J. Boëseken et A. F. Holleman présentent un travail de M. **P. E. Verkade** : *L'acide glutaconique.* III. Exposé de la raison pour laquelle l'auteur ne réussit pas à préparer cet acide par condensation du formylacétate de sodium au moyen du cyanacétate. — MM. J. Boëseken et F. M. Jaeger présentent un travail de M. **H. P. Barendrecht** : *L'uréase et la théorie de l'action des enzymes par rayonnement.* I. — MM. **H. Zwaardemaker** et **F. Hogewind** : *La sensibilité photo-électrique des gels.*

3° Sciences naturelles. — M. **L. Bolk** : *Sur le développement de la denture d'Elephas africanus.* — MM. **W. Beyerinck** : *Oïdium lactis, la moisissure du lait, et une méthode simple de s'en servir pour des cultures pures d'anaérobies.* — MM. J. Boeke et C. Winkler présentent un travail de M. **Erik Agduhr** : *La croissance post-embryonnaire du système nerveux consiste-t-elle uniquement en une augmentation des dimensions ou bien y a-t-il aussi un accroissement du nombre des neurones ?* II. La croissance post-embryonnaire des nerfs périphériques n'est pas due uniquement à une myélinisation progressive et une augmentation d'épaisseur des axones, mais aussi à une augmentation du nombre d'axones. Celle-ci ne résulte pas d'une division des fibres nerveuses ou du fait qu'une même cellule nerveuse émet plus d'une axone, mais l'explication doit être cherchée dans une augmentation réelle du nombre de neurones.

J.-E. V.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

DÉCÈS DE M. OCTAVE DOIN

La Revue générale des Sciences *vient de perdre son éditeur, M. Octave Doin. Nous ne pouvons laisser partir notre ami sans rappeler à nos collaborateurs et lecteurs que, sans son dévouement éclairé, la* Revue *n'aurait pu se maintenir pendant les cinq dernières années. Si nous avons pu, sans interruption, continuer malgré toutes les difficultés rencontrées, difficultés que l'état de paix ne paraît pas devoir diminuer, c'est grâce à l'appui de M. Doin, qui avait dès les premiers jours compris l'importance de sauver l'œuvre de Louis Olivier, et n'avait pas hésité à s'imposer les sacrifices nécessaires. Nous adressons à son fils, M. Gaston Doin, qui sera le digne continuateur de son père, nos affectueuses sympathies.*

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

La protection des surfaces argentées. — Au commencement de la guerre, l'importation des verres d'optique aux Etats-Unis fut complètement arrêtée, et à cette époque ce pays ne fabriquait aucun verre approprié aux instruments d'Optique. Les Etats-Unis s'adaptèrent rapidement à la production des verres d'optique ordinaires, comme le crown et le flint, mais la préparation des variétés telles que le crown au borosilicate et le crown à la baryte, rencontra des difficultés considérables. Pour éviter des perturbations dans la fabrication des périscopes pour sous-marins, qui utilise des réflecteurs oculaires de grandes dimensions, on songea à substituer aux prismes borosilicatés employés jusqu'alors dans ce but des réflecteurs d'un autre genre. M. F. Kollmorgan préconisa, comme la solution la plus simple, un miroir en verre uni, argenté à la surface; mais il fallait que cette surface fût protégée efficacement contre les influences atmosphériques, ce qui a donné lieu à une série de recherches intéressantes[1].

Déjà en 1894, M. Izarn[1] avait proposé de protéger le réflecteur télescopique de 33 cm. de l'Observatoire de Toulouse par une couche de gélatine bichromatée; ce réflecteur résistait ainsi sans changement pendant 24 heures à l'influence de l'hydrogène sulfuré. En 1909, M. A. Perot[2] a également décrit un revêtement protecteur composé de celluloïd dissous dans l'acétate d'amyle. M. Louis Bell[3] a recommandé l'emploi d'une laque commerciale, vendue sous le nom de « laque Lastina », dans le même but; un réflecteur parabolique de 60 cm. de l'Observatoire de Harvard, protégé de cette manière, n'avait perdu par le laquage que 4 % de la lumière transmise auparavant, et la perte ne dépassait pas 30 % au bout de 3 mois de service. MM. Perot et Bell font remarquer, toutefois, que la laque doit être employée en couche très mince et présente des couleurs d'interférence.

Les premières expériences faites par M. Kollmorgan lui ont donné une protection efficace; mais les couleurs d'interférence se montrent tout entières quand l'oculaire

1. *Journ. of the Optical Soc. of America*, janv.-mars 1919, p. 16.

1. *C. r. Acad. Sc.*, t. CXVIII, p. 314.
2. *Ibid.*, t. CXLIX, p. 725.
3. *Electrical World*, 1913.

est employé dans un périscope, et ce phénomène doit absolument être éliminé. Si l'on augmente l'épaisseur de la couche de laque de façon à faire disparaître les couleurs d'interférence, la laque, en se desséchant, produit parfois des ondulations et des bandes, ou bien sa surface se déforme en altérant sérieusement la définition du miroir. L'auteur a reconnu qu'on peut éviter ces phénomènes en centrifugeant le miroir pendant la dessiccation, de façon que la surface soit maintenue sous une tension égale jusqu'à ce qu'elle soit sèche. Des miroirs protégés de cette façon ont été employés depuis lors dans un grand nombre de périscopes avec de très bons résultats. Même après une année d'utilisation, ils ne présentent aucune diminution appréciable de rendement et aucune apparence de ternissement. Le pouvoir réflecteur de ces miroirs est plus grand que celui d'un prisme.

La protection fournie par une laque est toutefois très faible contre les dommages mécaniques, car la laque est très tendre et s'écaille au moindre contact. S'il se rassemble de la poussière sur le miroir, il faut l'enlever au moyen d'un pinceau très fin en poils de chameau ; on peut employer une peau de chamois en s'assurant qu'elle est absolument exempte de grains durs. On a essayé de durcir la laque en la cuisant au four, mais sans succès. Pour l'emploi, il est préférable de diluer la laque Lastina dans le double de son volume de diluant.

§ 2. — Chimie

Absorption de différents anions par le sulfate de baryum précipité. — MM. Weiser et Sherrick[1] ont étudié l'absorption du sulfate de baryum précipité pour les différents ions suivants : chlorure, bromure, iodure, chlorate, permanganate, nitrate, nitrite, cyanure, sulfocyanate, ferrocyanure et ferricyanure. Le précipité de sulfate de baryum était obtenu par mélange d'une solution de sulfate de soude et d'une solution de sels de baryum et la quantité absolue d'ion absorbé était déterminée par analyse directe du précipité.

Les anions se classent, au point de vue des quantités absorbées, dans l'ordre décroissant suivant : ferrocyanure, nitrate, nitrite, chlorate, permanganate, ferricyanure, chlorure, bromure, cyanure, sulfocyanure, iodure. Si l'on modifie les conditions des expériences, on fait varier la quantité absorbée pour chaque ion, mais le classement précédent ne change pas.

Schulze (1882) a étudié la propriété qu'ont les différents ions d'être absorbés en déterminant leur influence sur la coagulation d'un colloïde qui, comme on le sait, doit sa stabilité à l'absorption sélective d'un ion de signe opposé. Dans ces cas, le pouvoir de coagulation d'un ion dépend de son absorption. Ces expériences ont conduit à formuler la loi dite de Schulze : le pouvoir de coagulation des différents ions est fonction de leur valence ou du nombre des charges électriques transportées.

Le classement des différents ions, obtenu par MM. Weiser et Sherrick, n'est pas dans l'ordre prévu par la loi précédente. Ainsi, l'ion ferrocyanure tétravalent est le plus absorbé ; quatre ions monovalents sont plus absorbés que l'ion trivalent ferricyanure ; enfin, il y a une grande variation dans les quantités absorbées pour les divers ions monovalents.

Le classement des ions obtenu par des analyses directes de la phase absorbante, quand celles-ci sont possibles, semble préférable à celui qu'on peut déduire des données relatives à la coagulation d'un colloïde. Il est peu probable, en effet, que, dans le sel ajouté, l'ion de même signe que les particules colloïdales n'ait aucune action sur la concentration critique qui provoque la coagulation du colloïde.

L'ordre d'absorption des différents ions par le sulfate de baryum est inverse de celui déterminé par Hofmeister[2] dans ses expériences sur la coagulation de l'albumine en solution neutre ou légèrement alcaline ; l'ordre d'absorption décroissante établi par les expériences d'Hofmeister est, en effet, le suivant : sulfocyanate, iodure, chlorate, nitrate, chlorure, acétate, citrate, phosphate, sulfate, tartrate. Les expériences d'absorption par le charbon de bois ont fourni des résultats plus voisins de ceux obtenus avec le sulfate de baryum[1]. La cause du désaccord présenté par les expériences relatives à la coagulation de l'albumine est encore à élucider.

D'une manière générale, on peut dire que l'absorption des ions par une substance déterminée dépend de deux facteurs : la nature de l'ion et sa valence. Dans le cas d'ions de même caractère chimique général, la nature de l'ion a moins d'importance et c'est le facteur valence qui prédomine. Ainsi on constate que les ions nitrate et nitrite sont absorbés très sensiblement au même degré par le sulfate de baryum ; l'ordre d'absorption décroissante des divers cyanures est, en conformité avec la loi de Schulze : ferrocyanure, ferricyanure, cyanure et sulfocyanure. Pour des ions de même valence et de caractère chimique différent, la nature de l'ion a une grande influence : ainsi, on trouve que le sulfate de baryum absorbe l'ion nitrate beaucoup plus que l'ion iodure.

MM. Weiser et Sherrick confirment l'observation faite par Mendelejeff, que les nitrates sont entraînés par le sulfate de baryum beaucoup plus facilement que les chlorures. On trouve ainsi la raison de ce fait, signalé dans les manuels de Chimie analytique, que les chlorates et les nitrates doivent être absents des solutions où l'on veut doser les sulfates à l'état de sulfate de baryum.

Les solutions colloïdales de sulfate de baryum sont généralement positives par suite de la forte absorption sélective de l'ion baryum. Leur stabilité doit être maxima en présence d'un anion faiblement absorbé. Ceci explique en partie la stabilité des solutions colloïdales de sulfate de baryum obtenues par von Weimarn en précipitant une solution de sulfocyanate de baryum. Comme l'ion baryum est plus fortement absorbé par le sulfate de baryum que l'ion sulfate, on peut s'attendre, toutes autres conditions demeurant les mêmes, à observer une plus forte peptisation et une plus grande absorption d'anion en présence d'un excès de sel de baryum qu'en présence d'un excès de sulfate. D'une manière analogue, l'ion hydrogène étant plus facilement absorbé que tout autre cation monovalent, on peut s'attendre, toutes autres conditions demeurant constantes, à observer une plus forte absorption d'anions quand le sulfate de baryum est précipité de solutions d'acide sulfurique que lorsqu'on l'obtient à partir de solutions de sulfate de sodium. Ces prévisions ont été vérifiées expérimentalement par MM. Weiser et Sherrick.

A. B.

L'attaque de l'acier au nickel par l'oxyde de carbone. — On sait que le nickel métallique possède la propriété de se combiner à l'oxyde de carbone pour donner un composé gazeux, le nickel-carbonyle, $Ni(CO)^4$. M. N. Hudson a eu l'idée de rechercher si le nickel des aciers au nickel donne lieu à la même réaction[2].

Dans ce but, il a placé de la tournure d'acier au nickel le long d'un tube à combustion et fait passer dans le tube un courant d'oxyde de carbone. Même avec un acier ne contenant que 3,26 % de Ni, le passage d'oxyde de carbone à froid provoque déjà la formation d'une petite quantité de nickel-carbonyle. Elle augmente lorsqu'on chauffe légèrement, pour diminuer et redevenir nulle à une température plus élevée. Le passage de l'oxyde de carbone chauffé sur la tournure d'acier au nickel froide ne donne lieu à aucune réaction.

L'observation précédente a une certaine importance pratique, car l'acier au nickel est quelquefois utilisé

1. Harry B. Weiser et J. L. Sherrick : *Journal of physical Chemistry*, t. XXIII, p. 205-252 ; avril 1919.
2. Hofmeister : *Pflüger's Archiv*, t. XXIV, p. 247 ; 1887.

1. Osaka : *Mem. Col. Sci. Kyoto Imp. Univ.*, t. I, p. 267 1915.
2. *Engineering*, t. CVIII, n° 2805 p. 464 ; 3 oct. 1919.

dans des conditions où il peut être soumis à l'action de l'oxyde de carbone, et ses propriétés sont alors susceptibles de s'altérer par suite du départ d'une partie du nickel superficiel sous forme de nickel-carbonyle.

§ 3. — Photographie

Simplification du développement contrôlé des plaques autochromes. — La grande sensibilité que les plaques autochromes offrent à la plupart des radiations visibles avait d'abord semblé exclure toute possibilité de contrôle de leur développement. C'est pourquoi les fabricants avaient primitivement recommandé le développement à durée fixe dans un révélateur de composition invariable, quelles que fussent les circonstances de la pose. L'expérience n'avait point tardé à montrer, d'abord que les images obtenues de la sorte étaient souvent ou trop opaques ou insuffisamment détaillées, et ensuite que l'émulsion imprégnée de révélateur avait assez perdu de sa sensibilité pour se prêter à un examen rapide en lumière verte.

Diverses méthodes ont été indiquées pour déterminer les modifications que doivent subir la composition du révélateur et la durée du développement, suivant le degré de surexposition ou de sous-exposition. On en obtient de bons résultats, à la condition d'apprécier exactement, au moment où l'image apparaît, les dosages à effectuer, le temps qu'a mis l'image à se montrer et le temps qui doit encore s'écouler avant de faire cesser l'action révélatrice[1]. Ces évaluations et ces dosages sont assez délicats, parce qu'il est nécessaire d'opérer promptement, à une lumière très faible, et des erreurs peuvent assez fréquemment en résulter.

M. Meugniot a proposé une méthode plus simple, qui élimine pratiquement toute cause d'erreur. Après l'avoir expérimentée et légèrement modifiée, MM. Lumière et Seyewetz l'ont reconnue plus commode que les précédentes. Le développement s'effectue dans deux bains successifs, obtenus en diluant un révélateur concentré à la métoquinone, que l'on trouve dans le commerce, mais que chacun peut aisément préparer suivant la formule que voici :

Eau	1.000 cm³
Métoquinone	15 gr.
Sulfite de soude anhydre	100 gr.
Bromure de potassium	6 gr.
Ammoniaque à 22° B (densité 0,923)	32 cm³.

Les deux bains dilués, que nous désignerons par les lettres A et B, contiennent :

A. — Révélateur concentré	10 cm³
Eau	15 cm³
B. — Solution A	2 cm³
Eau	30 cm³

Ces quantités sont celles qui conviennent pour une plaque 9 × 12 (ou une surface équivalente) développée dans une cuvette de même format.

La plaque est d'abord immergée dans la solution B, et l'on compte, soit à l'aide d'une montre à secondes, soit avec un sablier, le temps qui s'écoule entre l'immersion et l'apparition des premiers contours de l'image. S'il s'agit d'un paysage, on ne doit pas tenir compte des ciels, qui se montrent trop tôt. Dès que l'on aperçoit les premiers contours, on rejette la solution B, on la remplace par ce qui reste de la solution A (23 cm³), et l'on y laisse la plaque exactement pendant autant de temps qu'il en a fallu pour faire apparaître l'image dans le premier bain.

La durée d'action des deux bains étant la même, l'emploi du sablier dispense de connaître cette durée et de s'en souvenir pendant la seconde phase de l'opération. En effet, quand l'image commence à se montrer, on n'a qu'à poser l'instrument horizontalement, afin d'arrêter l'écoulement du sable. Lorsque la plaque est dans le second bain, on remet le sablier dans la position verticale, mais sens dessus dessous, de façon que le sable retombe dans l'ampoule qui le contenait au début de l'opération. Dès qu'il sera complètement écoulé, on arrêtera l'action du révélateur, en lavant la plaque.

La suite des opérations : immersion dans le permanganate acide et deuxième développement (en pleine lumière), s'effectue comme d'habitude.

Cette méthode, appliquée à des plaques autochromes dont la durée d'exposition variait de 1 à 4 par rapport à la durée normale, a fourni dans tous les cas des résultats aussi satisfaisants qu'avec les anciennes méthodes, incontestablement plus compliquées et d'application plus délicate.

§ 4. — Géologie

Production de fer oxydulé magnétique dans une roche par le chauffage. — M. A. Brun[1] a étudié l'action du chauffage poussé jusqu'à la température de 1.000° sur des roches talqueuses un peu ferrifères. Les expériences ont porté en particulier sur un talc à texture lamellaire schisteuse de compression du Breiterbach, dans la vallée de Viège. L'acide chlorhydrique y dissout un peu de serpentine ferrifère et les carbonates, le talc lui-même (qui constitue les 69 % de la roche) restant insoluble.

Or le chauffage à l'air provoque la formation instantanée de fer magnétique oxydulé, plus ou moins intimement mélangé de peroxyde. En vase clos, il se forme de la magnétite noire. Le fragment de roche, auparavant insensible à l'action de l'aimant, devient facilement attirable. L'aimant l'oriente tout comme un cristal de magnétite; de plus, les baguettes de la roche sont polarisées et aimantées.

L'étude de la réaction montre que c'est la vapeur d'eau ayant son origine dans la déshydratation du talc à haute température qui produit l'oxydation du fer ferreux. M. Brun avait déjà montré antérieurement que la réaction de l'eau sur les silicates ferreux se traduit par une oxydation avec dégagement d'hydrogène. C'est exactement cette réaction qui se passe au sein de la roche en question. Après avoir séparé par les acides les carbonates et le fer soluble, il reste un talc ferrugineux qui, lui aussi, devient attirable à l'aimant par la calcination.

Cette réaction a une certaine importance pour le volcanisme; elle confirme que les enclaves réchauffées par le magma agissent comme agents perturbateurs de l'émanation gazeuse. De plus, elle montre que des enclaves peuvent se modifier profondément et créer des néo-minéraux sans que pour cela il soit nécessaire de faire intervenir des éléments extérieurs provenant du magma. Les minéralisateurs chlore, fluor, alcalis, émanés du magma ne seraient donc pas indispensables au métamorphisme. Ainsi une vase à diatomées argilo-calcaire ou un calcaire schisto-argileux pourront engendrer dans leur sein des grenats ou des feldspaths sous l'influence de la chaleur seule et donner les phénomènes de métamorphisme observés dans les enclaves.

§ 5. — Agronomie

L'utilisation industrielle des sauterelles comme engrais. — Les invasions de sauterelles sont très importantes dans l'Uruguay et donnent lieu à la destruction d'un grand nombre de ces insectes. On s'est demandé si l'on ne pourrait tirer parti de leurs cadavres, et le Ministre de l'Industrie a nommé une Commission pour étudier la possibilité de les utiliser comme engrais[2].

1. Ces méthodes sont décrites dans l'*Agenda Lumière-Jougla* (Gauthier-Villars, éditeur), et dans le *Traité général de Photographie en noir et en couleurs*, par E. Coustet (Delagrave, éditeur), p. 375 à 379 de la 4e édition.

1. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, Supplément, t. XXXVI, n° 2, p. 33; avril-juillet 1919.

2. *Revista de la Associacion rural del Uruguay*, t. XLVII, n° 7, pp. 363-370, analysé dans le *Bull. mens. de l'Inst. internat. d'Agric.*, t. X, n° 6, p. 700; juin 1919.

Des séchoirs ont été employés dans ce but : les sauterelles, introduites dans une trémie, sont transportées, par une toile sans fin, dans des fours appropriés, d'où elles sortent à l'état presque complètement sec; ce séchage est complété par une exposition au soleil. L'analyse du produit obtenu avec le criquet ordinaire a donné 91,07 % de matière sèche et 8,93 % d'eau; la protéine totale entre pour 64,25 %, la protéine digestible pour 38,94 %, les matières grasses pour 9,39 %; l'analyse des cendres révèle la présence d'acide phosphorique et de chaux.

Les résultats de cette analyse montrent que les sauterelles desséchées sont susceptibles des emplois suivants :

Comme *aliment du bétail*, leur valeur nutritive intégrale l'emporte sur celle des tourteaux oléagineux; elles peuvent donc servir, comme supplément des fourrages, à engraisser les bovins et les porcs, qui les consomment sans répugnance, de même que les chevaux et les ovins.

Comme *engrais*, on peut employer le résidu de l'extraction de la matière grasse par la benzine ou quelque autre dissolvant volatil, car il est plus riche en azote et en acide phosphorique que le sang desséché et que le « guano de viande en poudre ». Dans la culture intensive, chaque tonne de cet engrais représente, théoriquement, 4 tonnes de blé à pain plus 8 tonnes de paille.

La matière grasse extraite de la sauterelle desséchée peut être utilisée comme lubrifiant.

La Commission attire, en terminant, l'attention sur les avantages que l'économie nationale pourra retirer de l'intensification et de la vulgarisation des méthodes de destruction des sauterelles en vue de leur utilisation industrielle, à savoir : 1° Étant donnée la valeur économique notable des sauterelles desséchées, on encourage l'action des indifférents et des indolents, dans la lutte contre le redoutable fléau. 2° On offre aux personnes intéressées dans la production animale un dédommagement partiel pour les frais occasionnés par cette lutte sous sa forme actuelle. 3° On dégrève le budget national d'une partie des sommes considérables qu'exige la lutte contre les sauterelles. 4° On accroît la valeur de la propriété foncière et l'on encourage la production agricole dans les régions menacées par des invasions périodiques.

§ 6. — Physiologie

La température de la peau de l'homme. — L'importance clinique de la mesure de la température du corps, généralement prise dans la bouche, à l'aisselle ou dans le rectum, a fait négliger celle de la température de la peau, qui possède une signification physiologique non moins importante. Les difficultés techniques de l'enregistrement de la température de la peau sont d'ailleurs pour beaucoup dans le retard des études relatives à ce domaine.

La température de la peau de l'homme est la résultante de plusieurs facteurs, tels que la chaleur fournie par les tissus sous-cutanés et perdue à la surface du corps par radiation, la conduction et la vaporisation de l'eau. Il est inutile d'essayer de la déterminer par l'application d'un thermomètre à mercure ordinaire, car seule une faible portion du réservoir vient en contact avec la peau. Même les thermomètres de construction spéciale, munis d'un réservoir à large surface de contact avec la peau, ont une surface égale exposée à la température du milieu environnant. Si cette surface extérieure est couverte d'une substance non conductrice, il se produit presque immédiatement une modification de la température de la peau, due au retard du rayonnement normal et à l'accumulation de la chaleur provenant du tissu sous-cutané. La température exacte de la peau doit donc être mesurée par un appareil à action presque instantanée et suffisamment protégé contre le milieu extérieur pour ne pas fournir une moyenne de la température de la peau et de ce milieu.

MM. F. G. Benedict et W. R. Miles et Mlle A. Johnson, travaillant au Laboratoire de la Nutrition de l'Institution Carnegie, à Boston, ont réalisé récemment un dispositif de ce genre[1]. Il se compose de deux jonctions cuivre-constantan, l'une placée dans un bain à température constante (un flacon de Dewar), l'autre appliquée sur la peau. Le courant résultant, qui peut être mesuré par un galvanomètre quelconque, est directement proportionnel à la différence de température entre les deux jonctions. Tout retard thermométrique est donc éliminé et il suffit que la jonction qui est posée sur le corps soit bien protégée contre la température extérieure; on y arrive en garnissant le dos d'une touffe d'ouate fixée par une pièce de caoutchouc durci. La jonction prend la température de la peau en quelques secondes, et pendant cette période la substance protectrice ne peut affecter sensiblement la radiation, la conduction ou la vaporisation de l'eau.

Dans une série de recherches concernant l'influence de la température extérieure sur le métabolisme, les auteurs ont reconnu que le sujet utilisé (un modèle professionnel) pouvait résister pendant plusieurs heures sans frissonner à des températures s'abaissant jusqu'à 14° C. Ce sujet présentait donc une occasion exceptionnelle pour la mesure de la température de la peau dans des conditions très variables.

A son arrivée au Laboratoire, le sujet, bien vêtu, avait été exposé au dehors à une température d'environ 17°. On desserrait ses vêtements, et l'on prenait la température de la peau en différents points sous le vêtement. Voici les résultats d'une série de mesures :

Ligne médiane		Côté droit		Côté gauche
		Devant		
Front	31°,6	Cou	32°,5	32°,1
2e côte	30°,3	Mamelon	33°,6	33°,7
4e côte	32°,1	Taille	34°,4	34°,7
Bas du sternum	33°,2	Aine	34°,0	32°,8
7 cm. au-dessus	34°,4	Fémur	30°,7	31°,1
3 cm. au-dessous	33°,4	Tibia	29°,8	30°,9
11,5 cm. » de l'ombilic	31°,8			
		Dos		
		Omoplate	33°,6	33°,7
		Taille	33°,7	33°,7
		Fesse	30°,5	29°,9
		Fémur	31°,0	31°,4
		Mollet	28°,1	28°,2
		Main	32°,5	32°,3

Cette série représente le type de la température de la peau d'un homme normalement habillé. Les extrêmes observés diffèrent de 6°,6.

Au lieu de procéder par points isolés, on peut utiliser la propriété de la jonction thermique, lorsqu'elle n'est pas trop protégée, de prendre presque instantanément la température de la peau, pour obtenir un enregistrement continu, en promenant la jonction sur la surface du corps. On obtient ainsi des courbes dans le genre de celles de la figure 1. Celles-ci proviennent d'un sujet nu exposé préalablement pendant 2 h. 1/2 à une température de 14°,6 C., la plus grande partie du temps en position debout. La courbe supérieure suit la ligne mammillaire gauche, tandis que la courbe inférieure a été prise suivant une ligne correspondante dans le dos. On remarquera les différences extraordinaires de la température de la peau en divers points, l'intervalle maximum entre le devant et le dos dépassant 10°. La température rectale, prise simultanément, était de 36°,7. Les écarts de la courbe sont moins prononcés quand la température du milieu se rapproche de la température du corps; l'intervalle maximum n'est plus que de 9°,8, 5°,4 et 4°,2, pour des températures du milieu de 19°, 25°,8 et 30°.

De cette étude de la température de la peau découlent

1. *Proc. of the National Acad. of Sc. of the U. S. of America*, t. X, n° 6, p. 218; juin 1919.

deux conséquences importantes pour toutes les recherches qui ont été faites sur la production de chaleur par le corps humain.

D'abord, dans toutes les recherches de calorimétrie directe, il est nécessaire de corriger la chaleur mesurée

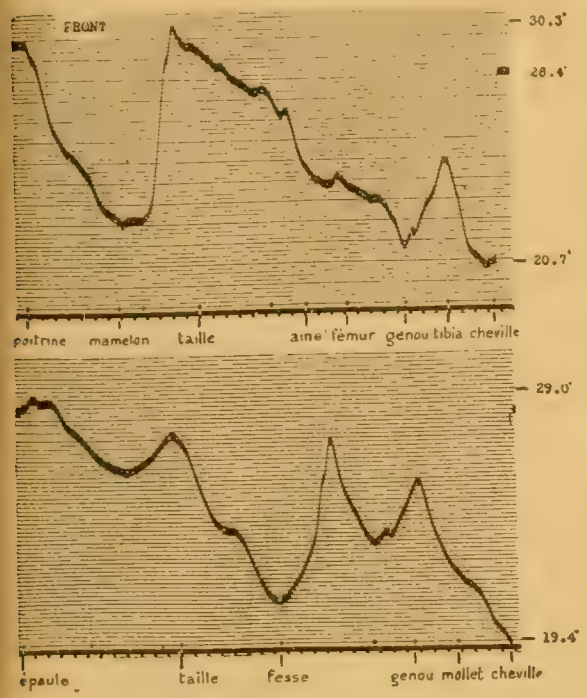


Fig. 1. — *Courbe de la température de la peau sur le devant et le dos du corps chez un homme nu exposé préalablement pendant deux heures et demie à une température extérieure de* 14°,6.

dans le calorimètre de la chaleur gagnée ou perdue par le corps à la suite des variations de température. Jusqu'à présent, comme les courbes de températures mesurées soit profondément à l'intérieur du corps, soit dans des cavités artificielles sont analogues, on avait admis qu'une variation de 0°,1 de la température rectale indique une variation de 0°,1 de la température du corps entier. Or, les observations précédentes montrent que la température de la peau peut s'abaisser de plusieurs degrés tandis que celle de l'intérieur du corps ne varie pas ou s'élève légèrement. La correction des mesures de chaleur directes au moyen des relevés de la température rectale est donc sujette à une grave critique; malheureusement, aucune autre correction précise ne peut être indiquée pour le moment.

D'autre part, ces différences prononcées de la température de la peau ont une grande importance pour la prétendue « loi des surfaces ». Beaucoup de physiologistes admettent encore qu'à peu près indépendamment des espèces la production de chaleur de l'organisme au repos est déterminée par sa surface. Les observations des savants américains montrent clairement que, contrairement à l'opinion courante, la température de la peau, qui est probablement l'un des plus importants facteurs de la perte de chaleur du corps, est très loin d'être uniforme, car, même chez des sujets bien vêtus, des différences de température de 4° à 5° entre diverses régions de la peau sont régulières. Voilà donc une objection sérieuse de plus à la validité des conceptions qui sont à la base de la « loi des surfaces ».

§ 7. — Sciences médicales

Nouvelles recherches sur l'étiologie de la fièvre jaune. — M. H. Noguchi vient de publier[1] la suite de ses recherches sur le virus probable de la fièvre jaune, le *Leptospira icteroides*, organisme voisin du *Spirochæta* (*Leptospira*) *icterohemorrhagiæ*.

Il avait montré antérieurement[2] que l'injection intrapéritonéale du sang d'un malade atteint de fièvre jaune avait produit, chez 8 cobayes sur 74, des symptômes et des changements morbides ressemblant à ceux de la fièvre jaune chez l'homme ; le sang, le foie et les reins de ces animaux renfermaient le *Leptospira icteroides*. Il a reconnu depuis qu'un certain nombre des cobayes qui ne manifestent pas les symptômes et les lésions de la maladie après injection du sang d'une personne infectée présentent une réaction fébrile temporaire le 4e ou le 5e jour, suivie dans quelques cas d'une jaunisse légère, avec retour rapide à l'état normal. La plupart de ces cobayes, mais non tous, inoculés postérieurement avec une émulsion d'organes d'une culture de passage de *L. icteroides*, ont résisté à l'infection, tandis que des cobayes de contrôle, inoculés avec du sang de malades ou de cobayes normaux, moururent lorsqu'ils furent injectés postérieurement avec cette émulsion. Il semble donc que la première série de cobayes a passé par une infection bénigne ou abortive et a été ainsi immunisée.

Les recherches sur l'effet du sérum sanguin des convalescents de fièvre jaune sur le *L. icteroides* ont fourni des réactions d'immunité positives, ce qui est bien en faveur d'une relation étiologique entre cet organisme et la fièvre jaune. Les cultures faites dans 11 cas de fièvre jaune n'ont donné le *L. icteroides* que dans 3 cas; les résultats positifs ont été obtenus avec le sang du cœur d'animaux infectés expérimentalement, et ces cultures se sont montrées également virulentes pour les animaux susceptibles.

L'organisme pathogène ne se développe pas dans un milieu où l'oxygène n'a pas accès, et croît le plus facilement sur un milieu solide dense où l'arrivée de l'oxygène n'est pas excessive. Il se multiplie par division transversale ; sa longueur est de 4 à 9 μ et sa largeur de 0,2 μ ; il est extrêmement délicat, et ne se voit qu'éclairé soigneusement sur fond sombre. Les couleurs ordinaires d'aniline le teignent avec difficulté, mais après fixation à l'acide osmique les colorants de Romanovsky donnent des résultats positifs. C'est un organisme non sporulant, peu résistant à la chaleur, à la dessiccation, à la putréfaction et aux désinfectants, et qui est détruit rapidement en présence d'autres organismes. Il traverse les filtres Berkefeld V et N et paraît passer par une phase granulaire dans certaines conditions.

Il paraît difficile de fournir une preuve absolument convaincante de la relation de cause à effet entre le *Leptospira icteroides* et la fièvre jaune. Comme on l'a déjà vu, on n'a obtenu cet organisme en cultures du sang que dans 3 cas de fièvre jaune, et dans 3 cas seulement sur 27 on a pu l'observer dans le sang par éclairage sur fond noir ; il est vrai que plusieurs échantillons de sang, bien que ne présentant aucun organisme visible, se sont montrés infectieux pour le cobaye. L'examen des viscères humains n'a donné de résultats positifs que dans un cas, celui de l'urine aucun résultat. Par contre, la démonstration du *L. icteroides* dans le sang et les divers organes des animaux infectés expérimentalement a donné des résultats beaucoup plus satisfaisants.

1. *Journ. of experim. Med.*, t. XXX, pp. 1-30 et 87-167 ; 1919.
2. Voir la *Rev. gén. des Sc.* du 15-30 août 1919, p. 464.

LA STRUCTURE DES ATOMES[1]

Les notions d'élément chimique indécomposable et d'atome indivisible, introduites dans la science par Dalton, ont été intimement liées au merveilleux développement de la Chimie théorique dans le cours du siècle dernier. Aujourd'hui encore elles suffisent à l'interprétation de la plupart des phénomènes purement chimiques dans lesquels les atomes se comportent toujours comme s'ils étaient impartageables.

Tant que l'on a cru pouvoir s'en tenir rigoureusement à ces notions, il va de soi que le problème de la constitution atomique ne se posait pas. Cependant le caractère trop absolu des conceptions daltoniennes ne devait pas tarder à se manifester dans des phénomènes d'ordre divers, parmi lesquels il faut mentionner spécialement l'existence de relations entre les propriétés des éléments et leurs poids atomiques, relations qui ont trouvé leur expression dans la classification périodique de Mendelejeff. Ces relations seraient incompréhensibles si chaque atome était un tout indivisible, si les éléments étaient irréductibles l'un à l'autre et différents dans leur substance même. Elles ne deviennent concevables que si l'on suppose que les atomes ne sont pas simples, mais représentent des systèmes plus ou moins complexes entre lesquels il existe certains rapports de structure.

Quoique la notion d'atome se soit ainsi modifiée, pendant longtemps toute hypothèse précise sur la constitution de la matière est restée impossible, car une base expérimentale faisait défaut. On n'entrevoyait aucune méthode capable de révéler la structure atomique, dont l'étude paraissait réservée à un avenir encore lointain.

Cependant, beaucoup plus tôt qu'on n'eût osé l'espérer il y a vingt ou trente ans, certains phénomènes inattendus ont permis d'aborder le problème avec succès.

C'est la découverte des rayons de Röntgen (1895), suivie bientôt de celle de la radioactivité, qui a ouvert une ère nouvelle pour le problème de la constitution de la matière. En réalité, un rapport entre la structure atomique et les rayons X ne s'est pas tout de suite révélé, mais les recherches auxquelles ces rayons ont donné lieu ont amené une découverte de la plus grande importance, celle de l'*électron*.

C'est le nom qui a été donné à une particule très petite, chargée d'électricité négative, que la matière émet dans diverses circonstances. Sa charge électrique est la plus faible qu'on rencontre jamais. C'est la charge élémentaire d'électricité; toute quantité d'électricité est un multiple de cette charge élémentaire. Les dimensions de l'électron sont incomparablement plus faibles que celles de l'atome. Par rapport à un atome représenté par une sphère de 10 m. de diamètre, l'électron n'est qu'une particule microscopique dont le diamètre ne dépasse pas 0,1 mm.[1]

La masse de l'électron est 1830 fois plus faible que celle de l'atome le plus léger, celui d'hydrogène, et il faut insister sur un caractère extrêmement important de cette masse de l'électron.

C'est un fait bien connu que l'électricité possède une propriété qui est ordinairement considérée comme un attribut caractéristique de la matière, à savoir l'inertie ou la masse. C'est à cette inertie de l'électricité que sont dus les phénomènes bien connus de self-induction. Une particule électrisée possède donc, en vertu de sa charge, une certaine inertie, une certaine masse. Or, il est à peu près certain que la masse entière de l'électron n'a pas d'autre origine, c'est-à-dire qu'elle est due uniquement à sa charge électrique. L'électron se présente donc comme un corpuscule d'électricité sans support matériel au sens ordinaire du mot. C'est tout à la fois la particule élémentaire d'électricité négative et une particule élémentaire de matière.

Différents phénomènes optiques et magnétiques et le fait que toute matière est capable d'émettre des électrons dans des conditions variées, indiquent que l'électron est un élément constitutif de tous les corps. Et c'est ainsi qu'on a été conduit à la conception électrique de la matière, suivant laquelle toute substance est formée par une agglomération de particules d'électricité.

1. Conférence présentée à l'Assemblée générale de la Société helvétique des Sciences naturelles, le 7 septembre 1919, à Lugano.

1. Le diamètre d'une molécule d'hydrogène a été estimé à 2.10^{-8}cm. environ. Dans l'hypothèse que la masse d'un électron est entièrement d'origine électromagnétique, cette masse m est liée au diamètre a et à la charge e de l'électron par la relation :

$$m = \frac{2}{3}\frac{e^2}{a}.$$

Cette formule n'est valable que pour les vitesses pas trop élevées. Si on admet

$$e = 1{,}6.10^{-20} \text{ unités électrostatiques et } \frac{e}{m} = 1{,}8.10^7,$$

on trouve pour a une valeur voisine de 2.10^{-13}cm. On remarquera que la masse électromagnétique varie en raison inverse du diamètre.

Il est clair que la matière, qui est électriquement neutre, ne peut être constituée seulement par des électrons négatifs. Leurs charges doivent être compensées par des quantités égales d'électricité de signe contraire. L'existence de l'électron négatif appelle donc celle de l'électron positif. Or, malgré des recherches assidues, jamais l'électricité positive n'est apparue liée à une masse inférieure à celle d'un atome. Nous aurons à y revenir.

Le phénomène de la radioactivité est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le décrire ici. Chacun sait qu'un élément radioactif est instable et peut se transformer spontanément en émettant soit des rayons β, formés par des électrons animés d'une très grande vitesse, qui s'approche parfois de celle de la lumière, soit des rayons α, formés d'atomes d'hélium (He = 4) qui portent deux charges élémentaires d'électricité positive.

La radioactivité nous fait donc assister à une véritable transmutation des éléments et réalise, sous une forme inattendue, le rêve des alchimistes. Elle nous apporte ainsi la preuve directe et tangible de la complexité atomique et nous apprend qu'à côté de l'électron, et jouant un rôle sans doute très différent, la particule α est un des moellons dont est constitué l'édifice atomique.

L'étude de la radioactivité a révélé l'existence de nombreux éléments que rien auparavant ne laissait prévoir et la question s'est naturellement posée de leur trouver une place dans le système périodique. Pour quelques-uns des premiers qui furent découverts (le radium et son émanation, le polonium), cela ne présenta pas de difficulté ; mais, à mesure que leur nombre augmentait, il devint bientôt évident que, sans élargir le cadre du système périodique, il serait impossible de les y faire entrer tous. Le nombre des places disponibles dans la région qui correspond à leurs poids atomiques, tous compris entre 206 et 238, est manifestement insuffisant[1].

Cependant, les recherches dont les propriétés chimiques des éléments radioactifs ont été l'objet ont mis en lumière un fait absolument inattendu. Malgré leurs poids atomiques différents, certains éléments présentent une concordance parfaite dans toutes leurs propriétés chimiques, de sorte qu'il est impossible de les séparer chimiquement quand ils ont été mélangés. Le premier exemple fut observé par M. Boltwood, il y a une dizaine d'années, avec le thorium et le radiothorium. Dès lors, le nombre des cas analogues s'est multiplié et il serait oiseux d'en faire une énumération. C'est le phénomène de l'*isotopie*. Or il est clair que deux éléments chimiquement identiques doivent occuper la même place dans le système périodique. Le petit nombre des places disponibles cesse donc d'être un obstacle à y faire entrer tous les éléments radioactifs.

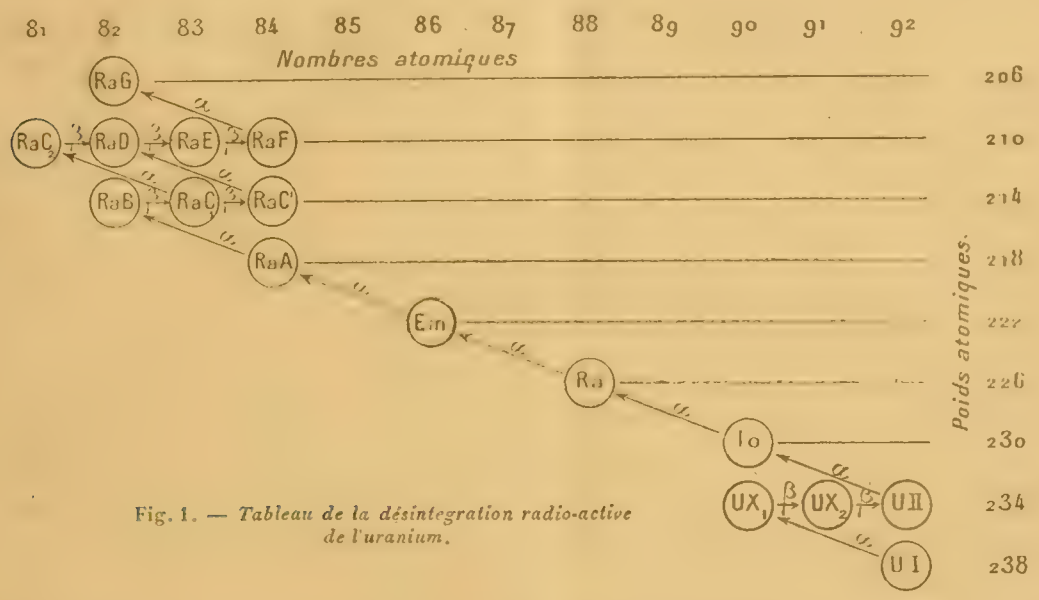


Fig. 1. — *Tableau de la désintégration radio-active de l'uranium.*

1. On connait actuellement une quarantaine d'éléments radioactifs qui forment les trois séries de l'uranium, du thorium et de l'actinium. Nous donnons ci-dessus un tableau de la série de l'uranium qui comprend à elle seule 16 éléments.

Remarquons que le poids atomique n'a été déterminé directement que pour un très petit nombre d'éléments radioactifs. Pour les autres, il peut être calculé facilement. Ainsi le radium-G, qui se forme à partir du radium avec perte de 5 particules α (He = 4), doit avoir un poids atomique égal à celui du radium (226) diminué de 5 fois 4, soit égal à 206.

La solution du problème a été facilitée par la découverte, due particulièrement à MM. Russell, Soddy et Fajans[1], de deux lois, dites *lois de déplacement*, qui expriment une relation remarquable entre le déplacement qu'un élément subit dans le système périodique ensuite de sa transformation radioactive et la nature des rayons émis. *Dans toute transformation liée à une émission de rayons α, l'élément se déplace de deux rangs dans le sens des poids atomiques décroissants, ce qui revient à dire que son numéro d'ordre diminue de deux unités. Ce numéro augmente au contraire d'une unité quand il y a émission de rayons β.*

Dans la figure 1 (p. 579), qui représente la série de l'uranium, on voit que ces règles se vérifient sans exception. Des éléments tels que l'uranium I et l'uranium II, ou bien le radium B, le radium D et le radium G, sont chimiquement identiques et ont le même nombre atomique, malgré leurs poids atomiques différents. L'uranium X_1, l'uranium X_2 et l'uranium II ont, au contraire, des propriétés différentes quoique leurs poids atomiques soient égaux.

Actuellement tous les éléments radioactifs ont trouvé place dans le système périodique, et on voit dans le tableau I que presque chaque place du thallium à l'uranium est occupée par un groupe de plusieurs isotopes, qui forment une *pléiade*. Celle du plomb, par exemple, ne compte pas moins de sept éléments entre lesquels la différence des poids atomiques s'élève à 8 unités.

Le phénomène de l'isotopie n'est d'ailleurs pas limité aux éléments radioactifs.

Il y a longtemps qu'on a de sérieuses raisons de penser que le dernier terme de la série de l'uranium, le radium G, n'est autre chose que du plomb. Mais le poids atomique de ce dernier

1. Russell : *Chem. News*, t. CVII, p. 49 (1913) ; Fajans : *Phys. Zeit.*, t. XIV, p. 131 et 136 ; Soddy : *Chem. News*, t. CVII, p. 97 (1913).

Tableau I. — **Système périodique des éléments**

	0	I a	I b	II a	II b	III a	III b	IV a	IV b	V a	V b	VI a	VI b	VII a	VII b	VIII
1 H 1,008	*2* He 4,00	*3* Li 6,94		*4* Be 9,1		*5* B 11,0		*6* C 12,00		*7* N 14,01		*8* O 16		*9* F 19,0		
	10 Ne 20,2	*11* Na 23,00		*12* Mg 24,32		*13* Al 27,1		*14* Si 28,3		*15* P 31,04		*16* S 32,06		*17* Cl 35,46		
	18 A 39,88	*19* K 39,10		*20* Ca 40,07		*21* Sc 44,1		*22* Ti 48,1		*23* V 51,0		*24* Cr 52,0		*25* Mn 54,93		*26* Fe 55,84 *27* Co 58,97 *28* Ni 58,68
			29 Cu 63,57		*30* Zn 65,37		*31* Ga 69,9		*32* Ge 72,5		*33* As 74,96		*34* Se 79,2		*35* Br 79,92	
	36 Kr 82,92	*37* Rb 85,45		*38* Sr 87,63		*39* Yt 88,7		*40* Zr 90,6		*41* Nb 93,1		*42* Mo 96,0		*43* — —		*44* Ru 101,7 *45* Rh 102,9 *46* Pd 106,7
			47 Ag 107,88		*48* Cd 112,4		*49* In 114,8		*50* Sn 118,7		*51* Sb 120,2		*52* Te 127,5		*53* I 126,92	
	54 X 130,2	*55* Cs 132,81		*56* Ba 137,37		*57* La 139,0		*58* Ce 140,25 *59* Pr 140,9 *60* Nd 144,3 *61* — *62* Sm 150,4 *63* Eu 152,0 *64* Gd 157,3 *65* Tb 159,2								
	66 Dy 162,5 *67* Ho 163,5 *68* Er 167,7 *69* Tu 168,5 *70* Yb 173,5 *71* Lu 175,0							*72* — —		*73* Ta 181,5		*74* W 184,0		*75* —		*76* Os 190,9 *77* Ir 193,1 *78* Pt 195,2
			79 Au 197,2		*80* Hg 200,6		*81* Tl 204,0 *AcD* 207 *ThD* 208,4 *RaC₂* 210		*82* Pb 207,2 *RaG* 206 *ThE* 208,4 *RaD* 210 *AcB* 211 *ThB* 212,4 *RaB* 214		*83* Bi 208,0 *RaE* 210 *AcC₁* 211 *ThC₁* 212,4 *RaC₁* 214		*84* Po 210 *ThC₂* 212,4 *RaC'* 214 *AcA* 215 *ThA* 216,4 *RaA* 218		*85* —	
	86 *RaE* 222,0 *ThEm* 220,4 *AcEm* 219	*87* —		*88* *Ra* 226,0 *AcX* 223 *ThX* 224,4 *MsThI* 228,4		*89* *Ac* 227 *MsThII* 228,4		*90* *Th* 232,4 *UX₁* 234,2 *Io* 230,2 *RaTh* 228,4 *RaAc* 227		*91* *Pa* 234,2		*92* *U I* 238,2 *U II* 234,2				

métal est 207,2, tandis que celui du radium G doit être 206. Il était donc à prévoir que le plomb contenu dans les minerais d'uranium, et provenant en partie au moins de la désintégration de cet élément, a un poids atomique inférieur à celui du plomb commun.

Cette prévision s'est trouvée exactement confirmée par les recherches auquelles se sont livrés plusieurs expérimentateurs. Les nombres obtenus varient suivant la nature du minerai uranifère dont le plomb a été extrait, mais ils sont toujours inférieurs à 207, 2. La valeur la plus faible, qui a été trouvée par M. Hönigschmid, en partant d'un minerai d'uranium particulièrement pur, est 206,0. Elle correspond donc exactement au nombre calculé pour le radium G.

Ce cas n'est d'ailleurs pas le seul où une preuve directe a été donnée qu'une différence de poids atomique n'entraîne pas nécessairement un changement dans les propriétés [1].

La préparation en quantités pesables d'isotopes tels que le plomb et le radium G a permis d'entreprendre des recherches précises et du plus haut intérêt relatives au degré de concordance dans les propriétés des isotopes. Or, ni dans les propriétés chimiques ni dans les propriétés physiques, il n'a été possible de constater la moindre différence ; pas même dans le spectre lumineux, qui ordinairement varie du tout au tout quand on passe d'un élément à un autre. Le spectre du radium G est identique à celui du plomb commun ; celui de l'ionium est identique à celui du thorium.

Il est à remarquer que cette identité concerne spécialement les propriétés de l'atome. C'est ainsi, par exemple, que l'eau ne dissout pas des poids égaux, mais des quantités équimoléculaires d'azotate de plomb ou d'azotate de radium G et que, de même, ce ne sont pas les densités ou les volumes spécifiques du plomb et du radium G qui ont la même valeur, mais leurs volumes atomiques.

*
* *

Il est inutile d'insister sur l'importance de ces observations inattendues. Si, parmi les principes qui sont à la base de la Chimie théorique, il en est un qui paraissait ne pas devoir être mis en doute, c'est bien celui de l'existence d'un rapport de dépendance entre les propriétés d'un élément et son poids atomique. Et nous trouvons ce principe doublement en défaut. D'une part, le poids de l'atome varie, dans nombre de cas, sans que les propriétés en soient affectées ; d'autre part, des éléments de même poids atomique peuvent avoir des propriétés différentes.

Ce n'est donc pas le poids atomique qui détermine les propriétés d'un élément, comme on l'admet depuis Mendelejeff ; elles dépendent uniquement de la place qu'il occupe dans le système périodique, c'est-à-dire de son numéro d'ordre, le *nombre atomique* [1].

Cela serait incompréhensible si le nombre atomique n'était qu'un simple numéro d'ordre ; il doit évidemment avoir une signification plus profonde ; on ne peut concevoir qu'il détermine les propriétés de l'atome que s'il correspond à quelque chose dans l'édifice atomique.

La plupart des propriétés sont des fonctions très complexes du nombre atomique. Il en est une, cependant, qui en dépend d'une manière simple et qui prend par là un grand intérêt.

Lorsqu'un élément est soumis, comme anticathode, à un bombardement par des rayons cathodiques d'une vitesse suffisante, il émet des rayons X de longueurs d'onde déterminées et caractéristiques de l'élément considéré. On est parvenu à séparer ces rayons par réflexion sur une face d'un cristal et à en photographier le spectre [2]. Ce spectre, dit de *haute fréquence*, est beaucoup plus simple qu'un spectre lumineux. Il est formé de plusieurs séries de lignes qui se distinguent par leur pouvoir pénétrant et dont les deux plus importantes sont la série K, qui comprend deux lignes α et β, et la série L, qui en compte un nombre variable.

Les spectres des différents éléments présentent une grande analogie, qui tient à ce que les lignes correspondantes d'une même série, les lignes α de la série K, par exemple, ont des fréquences qui sont une fonction très simple du nombre

1. C'est ainsi que M. Hönigschmid a réussi à extraire d'un minerai très pauvre en thorium un mélange de thorium et d'ionium dont les propriétés, abstraction faite d'une forte radioactivité, ne diffèrent pas de celles du thorium le plus pur et dont le poids atomique moyen (231,5) est cependant, conformément aux prévisions, sensiblement inférieur à celui de ce dernier métal. (Th = 232,15; calculé pour l'ionium, Io = 230,2). *Monatsch.*, t. XXXVII, p. 305 et 335 (1915).

1. Avant que ces faits fussent connus, l'importance du nombre atomique a été mise en évidence par un savant danois, Rydberg, qui a montré que, dans la comparaison des propriétés des éléments, il convient de prendre comme variable indépendante le nombre atomique au lieu du poids atomique [*Zeit. anor. Chem.*, t. XIV, p. 66 (1897) ; *J. Ch. phys.*, t. XII, p. 585 (1914) ; *Rev. gén. des Sc.*, t. XXV, p. 734 (1914)].

2. On sait que les rayons X consistent en vibrations électromagnétiques comme les rayons lumineux; mais, tandis que la longueur d'onde de ces derniers est comprise entre 0,8 et 0,35 μ, celle des rayons X est ordinairement de $0,6.10^{-4}$ à $8.10^{-4}\mu$.

Nous rappelons que la *Revue générale des Sciences* a publié, il y a quelques années un article de M. L. Brunet sur les phénomènes de réflexion des rayons X sur une face d'un cristal (t. XXVI, p. 645 et 678 ; 1915).

atomique. Un physicien anglais, Moseley[1], a constaté, en effet, que les racines carrées des fréquences sont, en première approximation, proportionnelles aux nombres atomiques. Si, dans un système de coordonnées, on porte l'une de ces grandeurs en ordonnée et l'autre en abscisse, comme nous l'avons fait dans la figure 2, on obtient pour chaque série de rayons une ligne droite[2].

Le spectre de haute fréquence est donc déterminé simplement par le nombre atomique, et inversement, connaissant ce spectre, on peut en déduire le nombre atomique.

Les recherches systématiques effectuées par Moseley, puis par MM. Siegbahn et Stenström,

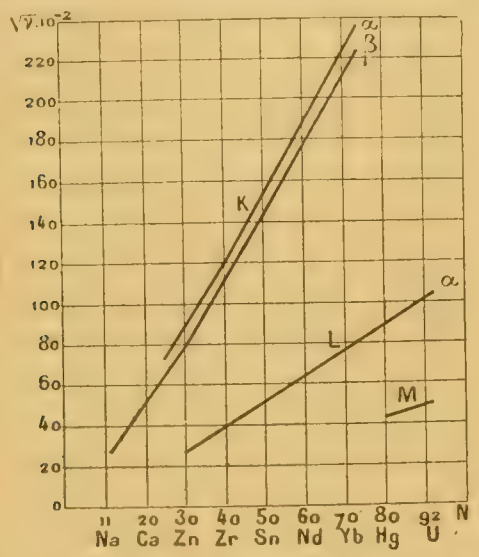


Fig. 2. — *Relation entre les nombres atomiques et les racines carrées des fréquences des lignes d'une même série.*

Friman, de Broglie, etc., ont permis de fixer ainsi le nombre atomique de tous les éléments connus, du sodium jusqu'à l'uranium (à l'exception des gaz nobles). Ces nombres sont tous compris entre 11 pour le sodium et 92 pour l'uranium et, dans toute cette série de nombres entiers, il n'y en a que six qui ne correspondent à aucun élément connu. On peut en inférer qu'entre le sodium et l'uranium, il ne reste à découvrir que six éléments, savoir : un métal alcalin (87) et un halogène (85), vraisemblablement radioactifs l'un et l'autre, deux éléments des terres rares (61 et 72) et enfin les deux homologues du manganèse (43 et 75).

Les éléments isotopes, ainsi qu'il était à prévoir, ont exactement le même spectre de haute fréquence. C'est ce qui a été constaté, spécialement pour le plomb et le radium-G, par MM. Siegbahn et Stenström[1].

On voit immédiatement l'importance de ces résultats au point de vue de la classification des éléments[2]. Mais, pour le sujet qui nous occupe, le principal intérêt de la loi de Moseley consiste en ce qu'elle met en lumière l'existence, dans l'intérieur de l'atome, d'une grandeur, représentée par le nombre atomique, qui croît régulièrement quand on passe d'un élément au suivant.

Mais quelle est la nature de cette grandeur, que représente-t-elle dans l'édifice atomique?

***

C'est l'étude du passage des rayons α à travers la matière qui est venue apporter une réponse à cette question en révélant les caractères fondamentaux de la structure de l'atome.

Un fait essentiel est que les rayons α (du radium, par exemple) sont capables de traverser sans subir une grande diffusion, des pellicules métalliques de plusieurs centièmes de millimètre d'épaisseur ou des couches de gaz de plusieurs centimètres. Si on considère que ces pellicules ou ces couches de gaz sont formées de milliers d'atomes juxtaposés, il est absolument exclu que les particules α passent dans les interstices qu'ils laissent entre eux ; il faut qu'elles traversent les atomes eux-mêmes.

Ce phénomène serait inconcevable si les atomes étaient massifs. Il met en évidence leur structure extrêmement lacunaire. L'atome doit être formé de particules très petites par rapport à ses propres dimensions et qui laissent entre elles des

1. *Phil. Mag.*, t. XXVI, p. 1024 (1913), et t. XXVII, p. 703 (1914).

2. Cette loi est exprimée par la relation $\sqrt{\nu} = A.N$, mais n'est qu'approximative. Les résultats expérimentaux sont représentés très exactement par la formule

$$\nu = A(N - b)^2,$$

où A et b sont des constantes caractéristiques de chaque série. Pour les lignes α de la série K, la fréquence est donnée par la relation :

$$\nu = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)\nu_0\left(N - 1\right)^2 = \frac{3}{4}\nu_0\left(N - 1\right)^2,$$

et pour les lignes α de la série L, par :

$$\nu = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)\nu_0\left(N - 7{,}4\right)^2 = \frac{5}{36}\nu_0\left(N - 7{,}4\right)^2.$$

Dans ces formules, ν_0 représente la constante de Rydberg, voir note 1, page 586, 2e colonne.

1. *Comptes rendus*, t. CLXV, p. 428.

2. Les éléments des terres rares, qu'on a parfois comparés à un groupe d'isotopes, évidemment à tort, ont au contraire des spectres de haute fréquence différents. Leurs nombres atomiques sont compris entre 57 et 72. Ce résultat vient mettre fin aux discussions relatives à la position qu'il faut attribuer à ces éléments dans le système périodique. Il n'y a plus de doute qu'ils doivent se placer à la suite l'un de l'autre entre le baryum et le tantale, où ils ont une situation exceptionnelle et anormale puisqu'ils viennent interrompre la périodicité dans la variation des propriétés des éléments en fonction de leurs nombres atomiques.

espaces relativement considérables, et ces corpuscules ne peuvent être que des électrons positifs ou négatifs.

Les particules α ne traversent cependant pas la matière sans aucune diffusion et les déviations qu'elles subissent sous l'action des forces électriques dont l'atome est le siège donnent de précieux renseignements sur la répartition des charges positives et négatives.

Une première explication de ces déviations a été tentée par J.-J. Thomson, à qui on doit un modèle d'atome dans lequel l'électricité positive est supposée répartie uniformément dans une sphère, dont le volume correspond à celui de l'atome, et dans laquelle les électrons négatifs sont disséminés régulièrement [1].

Malgré le rôle utile que les idées de Thomson ont eu dans le développement de nos conceptions sur la constitution atomique, nous ne pouvons nous y arrêter, car elles ne permettent pas de rendre compte des faits observés. La théorie de Thomson suppose, en effet, qu'une particule α, en traversant un atome, ne subit jamais qu'un faible changement de direction. Les fortes déviations qu'on observe toujours en petit nombre sont attribuées à des rencontres répétées. Or, une analyse serrée des résultats expérimentaux de Geiger et Marsden [2] indique que cette supposition n'est pas conforme aux faits. La rencontre avec un seul atome peut provoquer une déviation très forte, dépassant parfois 90°. Cette conclusion a pu dès lors être vérifiée par l'observation directe de la trajectoire des particules α, par la méthode de Wilson.

Si on considère l'énorme vitesse des particules α, il devient évident que de telles déviations ne peuvent être produites que par un champ de force très intense et tel qu'il ne peut exister dans l'atome de Thomson. Pour obtenir un champ suffisamment puissant, il faut supposer, avec Sir Rutherford [3], que la charge positive n'est pas répartie dans tout le volume de l'atome, mais qu'elle est condensée vers son centre, dans une région très petite, tandis que les électrons négatifs circulent autour de ce noyau, dans un espace relativement grand. L'atome nous donne donc l'image d'un système solaire en miniature, dans lequel le soleil est représenté par le noyau et les planètes par des électrons négatifs plus ou moins nombreux.

La manière très satisfaisante dont elle permet de rendre compte de la loi suivant laquelle le nombre des particules α déviées d'un angle donné varie en fonction de leur vitesse et de la grandeur de cet angle, constitue pour la théorie de Rutherford, et son modèle d'atome, une confirmation expérimentale des plus sérieuses.

On conçoit qu'une particule α ou β soit déviée d'autant plus fortement qu'elle passe plus près du noyau, et il est possible de calculer, d'après sa déviation, la distance dont elle s'est approchée du centre. C'est ainsi qu'on a pu se faire une idée des dimensions approximatives du noyau et en démontrer l'extrême petitesse. D'après les calculs de Rutherford, le diamètre du noyau positif de l'or, par exemple, ne dépasse pas 3.10^{-12} cm.; il est donc environ 10.000 fois plus faible que celui de l'atome. Le noyau de l'hydrogène, ainsi qu'on devait s'y attendre, est encore beaucoup plus petit. D'après la vitesse maximum qu'une particule α imprime à cet atome, quand elle vient le frapper, on a pu déduire que la somme des rayons des noyaux atomiques de l'hydrogène et de l'hélium n'est pas supérieure à $1,7.10^{-13}$ cm. Le noyau atomique de l'hydrogène n'atteindrait donc pas même les dimensions de l'électron [1].

Enfin la dispersion des particules α ou β traversant la matière a permis d'évaluer une grandeur d'une importance fondamentale, à savoir la charge électrique du noyau positif. Or les résultats trouvés par Rutherford justifient l'opinion, déjà émise auparavant par van den Broek [2], que cette charge, si on prend comme unité celle de l'électron, est exprimée par le nombre atomique. Dans l'hydrogène ($N = 1$), elle est donc simplement égale, au signe près, à celle de l'électron ; elle est double dans l'hélium ($N = 2$), triple dans le lithium ($N = 3$), etc. Et ainsi la signification du nombre atomique, dont nous avons déjà relevé l'importance, nous est donnée. Il est d'ailleurs facile de concevoir comment la charge du noyau peut être le facteur déterminant les propriétés de l'atome, mais avant d'aborder cette question quelques remarques sont nécessaires.

*
* *

Constatons d'abord que l'égalité du nombre atomique et de la charge positive du noyau est en parfait accord avec les lois de déplacement dont nous parlions il y a un instant et nous en apportent l'explication, si on admet que les particules α ou β, émises dans les transformations radioactives, proviennent du noyau. S'il en est ainsi, il est clair que l'émission d'une particule α, qui emporte deux charges positives, doit

1. *Phil. Mag.*, t. XXI, p. 237 (1904).
2. *Proc. Roy. Soc.*, A, t. LXXXII, p. 495 (1909) ; *Phil. Mag.*, t. XXV, p. 604 (1913).
3. *Phil. Mag.*, t. XXI, p. 669 (1911) ; t. XXVIII, p. 488 (1914).

1. Rutherford et Nuttall : *Phil. Mag.*, t. XXVI, p. 702 (1913), et Rutherford : *Phil. Mag.*, t. XXVII, p. 488 (1914).
2. *Phys. Zeit.*, t. XIV, p. 32 (1913).

diminuer la charge du noyau de deux unités, et par conséquent entraîner un déplacement de l'élément de deux rangs dans le sens des nombres atomiques décroissants. Si c'est une particule β qui est émise, la charge positive se trouve, au contraire, augmentée d'une unité et par conséquent aussi le nombre atomique.

Le nombre des électrons négatifs qui circulent autour du noyau, et qui compensent sa charge positive, doit évidemment être aussi égal au nombre atomique, puisque l'atome, considéré comme un tout, est électriquement neutre. Il ne dépasse donc jamais 92, et par conséquent ces électrons extérieurs ne forment qu'une très minime partie de la masse de l'atome. Cette masse se trouve donc concentrée presque totalement dans le noyau. La densité de ce dernier, s'il est permis d'employer ici ce terme, est donc extraordinairement élevée. Celle du noyau de l'or dépasserait le chiffre de 600 milliards, ce qui revient à dire que tous les noyaux d'or que l'on ferait tenir dans un centimètre cube pèseraient plus de 600.000 tonnes.

Il n'est pas sans intérêt d'observer que, bien avant que les faits exposés ci-dessus fussent connus, des considérations d'un tout autre ordre, relatives aux chaleurs spécifiques des gaz monoatomiques ou biatomiques, avaient déjà donné lieu à l'idée que toute la masse d'un atome est concentrée vers son centre[1].

La charge positive du noyau ne représente pas simplement le nombre des électrons positifs qu'il contient. Il n'y a pas de doute que les électrons négatifs entrent aussi dans sa constitution. Ils sont nécessaires pour assurer sa stabilité. La charge apparente est déterminée par le nombre des électrons positifs en excès par rapport aux électrons négatifs. Il est cependant probable que le noyau atomique de l'hydrogène se réduit à un simple électron positif, dont la masse serait par conséquent presque égale à celle de cet atome, soit 1830 fois plus grande que celle de l'électron négatif. S'il n'est pas possible d'en donner une preuve évidente, c'est l'hypothèse la plus simple et la plus probable qu'on puisse faire et elle n'est contredite par aucun fait d'expérience.

Pour expliquer la masse relativement élevée de l'électron positif, il n'est nullement nécessaire de supposer l'existence d'un support matériel. Il suffit d'admettre que l'électricité est ici concentrée dans un très petit espace et que le diamètre de l'électron positif est 1830 fois plus faible que celui de l'électron négatif[1]. Une détermination expérimentale de ce diamètre est actuellement impossible, mais il est suggestif que certaines observations indiquent, comme nous l'avons vu, qu'il est effectivement plus petit que celui de l'électron négatif.

L'électron positif se présente ainsi comme le plus petit corpuscule qui entre dans la constitution de la matière, et en même temps celui auquel est dû la presque totalité du poids des corps. Puisque sa masse est sensiblement égale à celle d'un atome d'hydrogène, le nombre des électrons positifs contenus dans un atome est représenté par la valeur arrondie du poids atomique[2]. Nous sommes ainsi ramenés, sous une forme rajeunie, à la vieille hypothèse de Prout, suivant laquelle tous les atomes sont formés par une agglomération d'atomes d'hydrogène. Cette hypothèse, qui a donné lieu à de nombreuses discussions dans le cours du siècle passé, a d'ailleurs toujours conservé des partisans, car si les poids atomiques ne sont pas des multiples entiers de celui de l'hydrogène, comme Prout avait cru pouvoir l'affirmer, ils s'en écartent cependant très peu en général, surtout dans le cas des atomes légers, et cela ne peut être un simple hasard. Il ne semble d'ailleurs pas impossible aujourd'hui de rendre compte de ces écarts qui pendant longtemps ont fait rejeter l'hypothèse de Prout[3].

Le noyau atomique, formé d'électrons des deux

1. D'après la théorie cinétique des gaz et le principe d'équirépartition, la chaleur moléculaire d'un gaz monoatomique (argon, hélium, etc.) devrait, si on tient compte de l'énergie de rotation et de translation des molécules, être égale à 3R (où R représente la constante des gaz parfaits, voisine de 2 calories). En réalité, elle est deux fois plus faible, soit 3/2 R. Il faut en conclure que les molécules monoatomiques n'ont pas d'énergie de rotation, c'est-à-dire que leurs chocs ne parviennent pas à les faire tourner sur elles-mêmes. La seule explication satisfaisante de ce fait curieux est fondée sur la théorie des quanta, suivant laquelle l'énergie de rotation d'un atome ne peut varier que d'une manière discontinue, et suppose que toute la masse de l'atome se trouve condensée vers son centre. On trouvera toute cette question clairement exposée dans *Les Atomes* de J. Perrin.

1. Voir note 1, page 578, 2e colonne.

2. L'atome de sodium, par exemple (Na = 23), serait formé de 23 électrons positifs, tous contenus dans le noyau, et d'un nombre égal d'électrons négatifs. De ces derniers 11 sont extérieurs au noyau ; les autres, au nombre de 12, font partie du noyau, dont la charge positive est ainsi égale au nombre atomique 11.

3. Il est d'abord très probable que le principe de la conservation de la masse ne s'applique pas rigoureusement aux transformations atomiques. La masse électromagnétique de plusieurs corpuscules d'électricité, serrés les uns contre les autres, dépend, d'après Lorentz et Nicholson, non seulement de leur nombre, mais aussi de la manière dont les champs se pénètrent mutuellement. Par conséquent, lors même qu'un noyau atomique serait formé par la condensation de plusieurs noyaux d'hydrogène, sa masse ne serait pas nécessairement un multiple exact de la masse de ce dernier. En outre, d'après la théorie de relativité, l'énergie possède une certaine masse, et comme l'agglomération de plusieurs électrons positifs en un noyau atomique est sans doute liée à une forte variation d'énergie, la loi de Lavoisier ne serait pas exactement applicable à ce phénomène. Enfin, on sait que certains éléments sont constitués par un mélange d'isotopes. C'est le

signes serrés les uns contre les autres, doit être le siège de champs de force d'une extrême intensité. Il ne faudrait pas en conclure qu'il est absolument rigide et que les corpuscules qui le composent sont tout à fait immobiles les uns par rapport aux autres. Ils sont sans doute animés de mouvements non ordonnés, comparables à l'agitation thermique des atomes qui constituent une molécule. Ce n'est qu'ainsi qu'on peut concevoir la spontanéité de la désintégration radioactive. Mais ces mouvements mettent en jeu des énergies énormes, auprès desquelles celles qui se manifestent dans les réactions chimiques sont négligeables. Telle est la raison essentielle de la grande stabilité des noyaux positifs et des atomes eux-mêmes, et de l'inefficacité de tous les moyens qui ont été essayés en vue de les désagréger [1].

On ne sait d'ailleurs rien de précis quant à la constitution du noyau, et cela se conçoit si on considère que les propriétés de l'atome, à l'exception de sa stabilité, en sont indépendantes. On peut cependant affirmer, selon toute vraisemblance, que les électrons positifs sont, pour la plupart, réunis par groupes de quatre, qui conservent dans l'ensemble une certaine individualité. C'est ce qu'on peut conclure du fait que, dans la désintégration radioactive, les fragments qui se détachent de l'atome ne sont jamais que des électrons isolés ou bien des particules α ($He^{++} = 4$) [2].

Les propriétés de l'atome, à l'exception de la masse et de la radioactivité, dépendent directement des électrons qui circulent autour du noyau. Mais il est clair que non seulement le nombre de ces derniers, mais aussi leurs positions relatives, les diamètres de leurs orbites et leurs vitesses sont déterminés par la charge du noyau positif et le champ de force qu'elle crée autour de lui. Il en résulte qu'en dernière analyse c'est cette charge qui détermine toutes les propriétés de l'atome. Et ainsi nous comprenons enfin le rôle fondamental du nombre atomique qui exprime la valeur de cette charge, et le phénomène de l'isotopie s'explique.

Les noyaux de deux isotopes ne sont pas identiques; ils ne renferment pas le même nombre d'électrons positifs ou négatifs et l'arrangement de ces électrons peut aussi différer; ils n'ont donc pas la même masse, ni la même stabilité (radioactivité), mais dans l'un et dans l'autre, il y a le même excès d'électrons positifs par rapport aux électrons négatifs; leurs charges positives sont donc égales, et cela suffit pour entraîner l'identité de toutes leurs propriétés physiques ou chimiques.

* *

La théorie de Rutherford permet donc de concevoir deux faits d'une importance fondamentale, à savoir le rôle du nombre atomique et l'existence des isotopes. L'intérêt qu'elle mérite est donc d'un autre ordre que celui qui s'attache à l'interprétation de la diffusion des particules α ou β dans leur passage à travers la matière. Mais, s'il y a tout lieu de penser qu'elle nous donne une image adéquate de la structure atomique, elle ne constitue qu'une première étape vers une solution et nous laisse encore loin du but à atteindre, car elle soulève une grosse objection.

De même qu'une corde qui vibre envoie dans l'espace des ondes sonores, de même un électron, qui tourne rapidement autour du noyau, devrait, d'après les lois de l'Électromagnétisme, émettre de l'énergie rayonnante (rayons infrarouges, lumineux, ultraviolets ou rayons X). Perdant ainsi son énergie, sa vitesse devrait se ralentir et il devrait tomber pour ainsi dire sur le noyau en décrivant des cercles de plus en plus petits. L'atome imaginé par Rutherford ne pourrait donc subsister; il apparaît comme un système instable.

Un savant danois, M. Bohr [1], a cherché à éviter

cas de l'uranium, formé d'uranium I (U I = 238,2) et d'uranium II (U II = 234,2), et les expériences de Thomson et Aston justifient l'opinion que le néon atmosphérique est un mélange de deux isotopes, le néon proprement dit (Ne = 20) et le métanéon (22). Il n'est pas impossible qu'il s'agisse là d'un fait général, qui permettrait d'expliquer même les poids atomiques tels que ceux du chlore (35,46) ou du magnésium (24,32) qui diffèrent notablement d'un nombre entier. Il faut observer toutefois que les déterminations des poids atomiques du chlore par exemple, effectuées sur des échantillons de substance d'origines différentes, n'ont pas permis de constater des variations du poids atomique suivant la provenance de l'élément, et sont ainsi peu favorables à cette interprétation.

1. Les tentatives de désagréger des éléments non radioactifs, en employant les agents les plus énergiques, ont été nombreuses. Plus d'une fois des savants ont cru avoir réalisé cette désintégration, mais ces observations n'ont jamais été confirmées. Tout récemment Rutherford [*Phil. Mag.*, VI, t. XXXVII, p. 581 (1919)] semble avoir constaté l'apparition de petites quantités d'hydrogène quand l'azote gazeux est soumis à un bombardement par des rayons α du radium C. Si ce fait se confirme, on ne pourrait guère l'attribuer qu'à une désagrégation de l'atome d'azote, qui est probablement formé par une agglomération de 3 atomes d'hélium et 2 atomes d'hydrogène ($3 \times 4 + 2 = 14$).

2. On a fait observer aussi que les poids atomiques arrondis des éléments dont le nombre atomique est pair sont pour la plupart égaux à un multiple de 4, tandis que ceux dont le nombre atomique est impair correspondent souvent à la relation $4n + 3$, où n est un nombre entier. W.-D. Harkins a publié d'intéressantes considérations sur la stabilité et l'abondance relatives de ces deux séries d'éléments (*J. Am. chem. Soc.*, t. XXXIX, p. 856).

1. *Phil. Mag.*, t. XXVI, 1, 476, 857 (1913). Il est à remarquer que Bohr a eu un précurseur, Nicholson [*Month. Not. Roy. Astr. Soc.*, t. LXXXII, p. 49, 139, 677, 693, 729 (1912)].

cette difficulté et à compléter la théorie de Rutherford.

On sait que la Physique théorique du siècle passé, basée sur les équations de Maxwell, s'est montrée insuffisante pour rendre compte des lois du rayonnement du corps noir. Pour expliquer ces lois, M. Planck a imaginé la célèbre théorie des *quanta*, d'après laquelle l'énergie d'un oscillateur, tel qu'un électron, ne peut varier que d'une manière discontinue, en cédant un nombre entier de quanta d'énergie, chaque quantum étant non pas une quantité constante, mais le produit de la fréquence par une constante universelle.

C'est cette théorie que Bohr met à la base de ses conceptions sur les mouvements des électrons extérieurs. Dans l'atome d'hydrogène, par exemple, l'électron unique qui tourne autour du noyau ne peut suivre, d'après Bohr, que certaines orbites circulaires de rayons déterminés et qu'on désigne par leurs numéros d'ordre, en commençant par le plus petit. En parcourant un de ces cercles d'un mouvement uniforme, l'électron, contrairement à ce qu'enseigne la Physique classique, n'émet pas d'énergie rayonnante et il y a constamment égalité entre la force centrifuge et la force attractive exercée par le noyau, qui varie en raison inverse du carré de la distance. Mais l'électron ne peut être en équilibre en dehors de ces anneaux. Si, sous l'action d'une force étrangère, il sort de son orbite, c'est pour passer immédiatement sur un autre cercle de stabilité. C'est dans ce saut que l'électron émet de l'énergie, sous forme d'ondes électromagnétiques, et l'émission est chaque fois égale à un quantum d'énergie.

Tels sont les postulats essentiels sur lesquels Bohr fonde sa théorie [1]. On ne saurait dissimuler qu'ils ne sont pas tous faciles à accepter, même pour l'esprit le moins suspect de conservatisme. Mais ce qui fait l'intérêt de ces conceptions, c'est qu'elles permettent de rendre compte avec une remarquable précision des séries de lignes qui constituent les spectres lumineux de certains éléments.

Le spectre de l'hydrogène comprend une série de lignes (on en connaît 29), dont les fréquences peuvent être calculées en remplaçant dans la formule empirique :

$$\nu = 3{,}29.10^{15}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}\right)$$

trouvée par Balmer, la variable m par la série des nombres entiers 3, 4, 5, etc.[1] Or, la théorie de Bohr conduit à la formule de Balmer; elle rend donc compte de toutes les lignes de cette série, qui correspond aux rayons émis quand l'électron passe sur le cercle 2 à partir des cercles 3, 4, 5, etc.

Deux autres séries de lignes, moins importantes, ont été observées dans le spectre de l'hydrogène; l'une est située dans l'ultraviolet (observée par Lyman), l'autre dans l'infrarouge (Paschen). La théorie de Bohr laisse également prévoir toutes ces lignes avec une précision qui ne laisse rien à désirer. Les premières sont émises quand l'électron tombe sur le cercle 1, les dernières quand il tombe sur le cercle 3 [2].

Avec l'atome d'hélium qui possède deux électrons extérieurs, le problème devient beaucoup plus difficile, mais si on considère l'ion hélium (He^+), formé d'un noyau avec deux charges

1. Si on représente par W_2 et W_1 l'énergie de l'électron sur le cercle de départ et sur le cercle d'arrivée, la fréquence ν des rayons émis est déterminée par la relation :

$$W_2 - W_1 = h\nu,$$

où h est la *constante de Planck* et $h\nu$ un quantum d'énergie.

Bohr suppose que, si un électron se trouve sans vitesse appréciable à une grande distance du noyau et que, sous l'influence de la force attractive de ce dernier, il tombe sur le cercle de numéro d'ordre τ, la quantité d'énergie émise $h\nu$ est égale à :

$$W = h\nu = \tau h \frac{\omega}{2}$$

où ω représente la fréquence du mouvement de l'électron sur le cercle τ.

En appliquant ensuite les lois de l'Electrodynamique classique, on trouve que l'énergie émise W et le diamètre $2a$ du cercle sont donnés par les expressions :

$$W = \frac{2\pi^2 m e^2 E^2}{\tau^2 h^2} \quad \text{et} \quad 2a = \frac{\tau^2 h^2}{2\pi^2 m e E}$$

où e et E représentent respectivement la charge de l'électron et celle du noyau, et m la masse de l'électron.

1. La constante $3{,}29.10^{15}$, qu'on représente généralement par la lettre ν_0, est appelée *constante de Rydberg*.

2. Dans le cas de l'hydrogène, E est égal à e et l'expression W de la note 1 ci-contre, devient :

$$W = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2 \tau^2}.$$

On en déduit :

$$W_2 - W_1 = h\nu = \frac{2\pi m e^4}{h^2}\left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right),$$

d'où :

$$\nu = \frac{2\pi m e^4}{h^3}\left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right).$$

Si on admet :

$$e = 4{,}7.10^{-10},\ \frac{e}{m} = 5{,}31.10^{-17} \text{ et } h = 6{,}5.10^{-27},$$

on trouve que la fraction placée devant la parenthèse est égale à $3{,}1.10^{15}$. Elle concorde donc à quelques pour cent près avec la constante de Rydberg. L'écart peut s'expliquer par l'inexactitude des constantes qui entrent dans le calcul.

Pour obtenir la formule de Balmer, il suffit donc de remplacer dans la formule précédente τ_2 par 2. Cela signifie que les lignes de cette série sont émises quand l'électron passe sur le cercle 2 à partir des cercles 3, 4, 5, etc.

La valeur $\tau_2 = 3$ donne la série de lignes observée par Paschen dans l'infrarouge, tandis que $\tau_2 = 1$ donne la série

positives autour duquel circule un seul électron, le calcul peut se faire comme dans le cas de l'hydrogène et ici également la théorie a obtenu un brillant succès. Elle permet de calculer plusieurs séries de lignes qui ont été effectivement observées dans le spectre de l'hélium. Elle a même conduit à corriger une erreur qui consistait à attribuer à l'hydrogène certaines raies spectrales appartenant en réalité à l'hélium, ainsi que des recherches ultérieures l'ont prouvé [1].

On est allé plus loin encore. La plupart des lignes spectrales de l'hydrogène ou de l'hélium ne sont pas simples. On peut, si on dispose d'instruments suffisamment puissants, les séparer en plusieurs composantes. Or, M. Sommerfeld a apporté à la théorie de Bohr des perfectionnements heureux qui permettent une interprétation très satisfaisante de ce phénomène [2]. Sommerfeld admet tout d'abord que les orbites des électrons ne sont pas seulement des cercles, mais aussi des ellipses. L'énergie d'un électron ne dépendant que de la longueur du grand axe de son orbite, il en résulte que, dans le passage d'un électron d'une orbite de grand axe donné à une autre orbite de grand axe également donné, la ligne spectrale émise, déterminée uniquement par la variation d'énergie, est la même, quelles que soient les excentricités des ellipses de départ ou d'arrivée. La même ligne spectrale est donc émise de plusieurs manières différentes.

Cela n'est toutefois absolument exact que si on suppose constante la masse de l'électron. Mais on sait que cette masse dépend de la vitesse. Or, si on tient compte des variations de la masse de l'électron qui résultent des changements de vitesse de son mouvement elliptique, on arrive à ce résultat que les lignes spectrales correspondant aux orbites d'excentricités différentes ne coïncident pas exactement. La théorie de Sommerfeld permet donc de concevoir la complexité des lignes spectrales, et la comparaison des résultats du calcul avec ceux de l'observation montre, tout spécialement pour l'hélium, une remarquable concordance. La théorie devance même ici l'observation, car les composantes qu'elle fait prévoir sont souvent si rapprochées qu'il n'y a pas de spectrographe assez puissant pour les séparer.

Si on passe aux autres éléments, les difficultés deviennent très grandes. Les électrons répartis sur de nombreuses orbites s'influencent les uns les autres et forment des systèmes très compliqués dont on n'est pas encore parvenu à préciser l'ordonnance. Il y a des raisons d'admettre qu'à mesure que le nombre des électrons extérieurs augmente, ils constituent de nouveaux anneaux, tandis que les premiers formés subsistent sans changement quant au nombre des électrons qui les occupent, mais non pas quant à leur diamètre. On peut concevoir que cette apparition périodique de nouveaux anneaux d'électrons corresponde à un changement périodique des propriétés qui dépendent de la surface de l'atome. Si une propriété est une fonction simple et non périodique de la charge, il est à présumer qu'elle ne fait intervenir que les électrons les plus voisins du noyau. Tel est le cas du spectre de haute fréquence.

La théorie de Bohr nous donne d'ailleurs, au sujet de ce dernier, plus que cette indication qualitative. Elle permet de rendre compte de la loi de Moseley. Le calcul indique que les lignes α de la série K résultent du passage d'un électron de l'anneau 2 à l'anneau 1, tandis que

---

observée dans l'ultraviolet par Lyman. On n'a pas observé des séries de lignes correspondant à d'autres valeurs de τ_2.

Si on calcule au moyen de la formule de la note 1, page 586, 1re col., les rayons des cercles de stabilité, on trouve :

$a_1 = 0{,}556.10^8$ cm.	$a_4 = 8{,}896.10^8$ cm.
$a_2 = 2{,}224.10^8$	$a_5 = 13{,}90\ .10^8$
$a_3 = 5{,}000.10^8$	$a_{15} = 125{,}0\ .10^8$

On voit que ces valeurs sont du même ordre de grandeur que les dimensions atomiques déduites de la théorie cinétique des gaz. Si on considère qu'à la température ordinaire et sous pression normale la distance moyenne des molécules d'un gaz est de 16.10^{-8} cm. environ, on comprend que sous pression normale les premières lignes de la série de Balmer apparaissent seules et que pour obtenir celles de l'ultraviolet, qui correspondent à des valeurs élevées de τ_1, il faut opérer sous pression très réduite.

1. Dans le cas de l'ion hélium (He^+), la charge du noyau est égale à $2\,e$, et la fréquence des rayons émis est donnée par la formule :

$$\nu = \frac{8\pi^2 m e^4}{h^3}\cdot\left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right) = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3}\left(\frac{1}{\left(\frac{\tau_2}{2}\right)^2} - \frac{1}{\left(\frac{\tau_1}{2}\right)^2}\right)$$

On voit que le facteur placé devant la parenthèse du dernier membre est égal à la constante de Rydberg, comme dans le cas de l'hydrogène.

Le spectre de l'hélium renferme 4 séries de lignes, qui correspondent à des valeurs de τ_2 respectivement égales à 1, 2, 3 ou 4. Les séries données par $\tau_2 = 1$ ou $\tau_2 = 2$ sont dans l'ultraviolet. On peut décomposer la série correspondant à $\tau_2 = 4$ en deux séries partielles. La première, qui est donnée par les valeurs de τ_1 égales aux nombres pairs, coïncide avec la série de Balmer du spectre de l'hydrogène. La seconde, qui s'obtient en remplaçant τ_1 par la série des nombres impairs, a été découverte par Pickering dans l'étoile ζ-Poupe, mais attribuée d'abord à l'hydrogène. Il est démontré aujourd'hui qu'elle appartient bien à l'hélium, comme la théorie de Bohr le fait prévoir. Un fait analogue s'est présenté avec la série obtenue en remplaçant τ_2 par 3 et τ_1 par la série des nombres entiers. Attribuée d'abord à l'hydrogène, il est actuellement prouvé qu'elle est due à l'hélium (Fowler).

2. *Ann. d. Physik*, t. LI, p. 125 (1916).

les rayons α de la série L sont émis quand il saute du cercle 3 au cercle 2[1].

* * *

Tous ces résultats sont pleins de promesses; ils autorisent à penser que la théorie de Bohr, quels que soient les changements que l'avenir y apportera, correspond à des réalités et que les recherches sont orientées dans une bonne direction. Mais, si les caractères fondamentaux de la structure atomique peuvent être considérés comme connus, les détails, ainsi que nous l'avons déjà dit, nous échappent encore dans presque tous les cas. Cependant les essais tendant à préciser ces détails de structure n'ont pas manqué, s'inspirant d'idées très diverses, cherchant à tirer parti d'observations de nature variée, car il n'est guère de problème qui ait tenté davantage la sagacité des chercheurs, ni de domaine où l'imagination et aussi la fantaisie se soient donné plus libre cours.

Si l'on n'est pas encore parvenu à représenter chaque atome par un modèle qui traduise toutes les particularités de sa structure et qui rende compte de toutes ses propriétés, la voie est ouverte qui tôt ou tard conduira sans doute à ce but et permettra de ramener toutes les modalités de la matière à de simples différences dans l'arrangement et dans les mouvements des particules ultimes de deux éléments primordiaux, l'électricité positive et l'électricité négative.

A. Berthoud,
Professeur de Chimie à l'Université de Neuchâtel.

1. D'après Moseley [(*Phil. Mag.*, t. XXVI, p. 1024 (1913)], un électron, en passant d'un cercle voisin du noyau et de numéro τ_2 à un autre de numéro τ_1, émet des rayons dont la fréquence est donnée par la relation :

$$\nu = \left(\frac{1}{\tau_1^2} - \frac{1}{\tau_2^2}\right) \nu_0 . (N - b)^2$$

où ν_0 est la constante de Rydberg, b une constante que la théorie laisse indéterminée et N le nombre atomique. On voit aisément que, pour obtenir les formules empiriques qui donnent les fréquences des lignes α des séries K et L (voir page 582), il suffit de remplacer τ_1 et τ_2 par 1 et 2 ou bien par 2 et 3.

L'ORGANISATION SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL

REVUE DE QUELQUES OUVRAGES RÉCENTS TRAITANT CE SUJET

La question, capitale à l'heure actuelle, de la production intense par l'utilisation la plus parfaite possible et du personnel et du matériel a suscité l'apparition d'un grand nombre d'ouvrages dont les auteurs ont eu en vue, les uns d'exposer les travaux et recherches effectués dans cette voie, les autres de développer leurs théories personnelles.

En ce qui concerne l'augmentation de la production proprement dite, les principes autour desquels gravitent tous les autres sont ceux de Taylor, dont l'influence est tellement grande et si universellement admise que l'on désigne couramment par le terme *Taylorisation* tout ce qui se rapporte à ce sujet. L'œuvre de Taylor, qu'expose M. C. Bertrand Thompson [1], est surtout une œuvre d'observation. Ce n'est qu'à la suite d'observations très longues (plus de 25 ans), méthodiques, que Taylor est parvenu à résoudre une partie seulement de la question de la coupe de l'acier sur un tour.

Taylor a étendu la méthode scientifique à chaque détail du travail ; il a introduit l'ordre dans toutes les opérations industrielles. Pour que les ouvriers puissent appliquer cette méthode, il est nécessaire de réaliser l'instruction systématique de l'ouvrier. Pour cela, la meilleure méthode d'exécution d'une opération donnée est déterminée sous la direction compétente du technicien, qui est souvent un ouvrier habile choisi par suite de ses aptitudes pour les recherches scientifiques. Une fois la méthode de travail établie, fréquemment avec la coopération des ouvriers eux-mêmes, elle est adoptée comme procédé « standard » ; on l'enseigne alors à chaque ouvrier par des instructions écrites et orales, enfin par des démonstrations pratiques sur place.

En ce qui concerne l'organisation industrielle proprement dite, c'est-à-dire la délimitation de la fonction, de la tâche de chacun, il est nécessaire de diviser les travaux en deux grandes classes : préparation (ou *planning*) et exécution. La première est la fonction de la direction, la seconde est la fonction des hommes. Cette séparation est poussée aussi loin que possible ; dans l'organisation, elle est concrétisée sous la forme des services de préparation (*planning department*), et dans l'exécution l'ouvrier n'aura plus qu'à s'occuper d'effectuer le travail spécial qui lui est tracé.

1. C. Bertrand Thompson, ingénieur conseil du Ministère de l'armement, ancien maître de conférences à l'Université de Harvard ; *Le système Taylor*. Payot et Cie, éditeurs, Paris. (Prix : 3 fr.)

L'application de ces principes a eu pour conséquence de réduire la somme d'efforts nécessaires pour atteindre un résultat donné ; de cette réduction d'effort découle une réduction du coût de l'unité de rendement. Au point de vue de l'ouvrier, ce résultat se manifeste par une habileté plus grande, un salaire plus rémunérateur, rendu possible par l'accroissement de rendement. Pour atteindre ces résultats, il est nécessaire de mesurer d'abord le temps et l'effort ; le temps se mesure facilement par chronométrage. Le chronométrage est une des principales caractéristiques du système Taylor, qui lui fait jouer un rôle capital. L'effort dans le cas du travail industriel ne peut pas être déterminé d'une façon aussi exacte et aussi directe. Cependant, l'on peut obtenir le même résultat en étudiant en détail tous les mouvements de l'opérateur, en vue d'éliminer ceux qui sont superflus et de rendre les autres plus faciles. C'est cette partie du travail qui constitue l'*étude des mouvements*.

L'étude des mouvements fait l'objet d'un ouvrage spécial de M. Frank B. Gilbreth[1]. Le plan de cet ouvrage est l'étude des diverses variables qui influent sur les mouvements : variables relatives au travailleur (anatomie, musculature, fatigue, alimentation, etc.); variables relatives à l'entourage (instruments, habillement, distractions, éclairage, règles de syndicat, etc.); enfin variables relatives aux mouvements (rapidité, automatisme, efficacité, choix de la position, etc.). L'auteur indique le système de fiches qui lui a servi à enregistrer ses observations ; il termine en indiquant les résultats obtenus dans la maçonnerie de briques en appliquant ses principes.

Une fois déterminés et le temps nécessaire pour un travail donné et la façon dont les mouvements, les opérations devront être exécutés pour effectuer ce travail, il faut établir dans quel ordre les mouvements, les opérations devront être effectués; c'est là le rôle du contremaître d'ordonnancement. Cet ordre est indiqué sur les cartes d'instruction auxquelles on ajoute la liste des outils nécessaires, et la carte de travail sur laquelle est noté le temps alloué pour chaque opération en vue de l'obtention de la prime.

La mise en œuvre du système Taylor nécessite des frais de première installation assez élevés, et il s'écoule un certain temps avant que l'on obtienne des résultats appréciables ; il n'y a guère que les entreprises solides au point de vue financier qui puissent appliquer la « taylorisation ». Il faut ajouter à cela que l'application du système Taylor entraîne la présence d'un grand nombre d'employés fournissant un travail indirect (et non improductif comme il est dit souvent par incompréhension des principes de l'organisation scientifique).

Au point de vue des ouvriers, ce qui indiquerait que le système Taylor n'est pas cause de fatigue et par suite de maladie, et qu'il ne fait pas de l'homme une machine par suite de la spécialisation à outrance, comme on le lui a reproché très souvent, c'est que, dans les usines où le système Taylor est appliqué, il y a peu de changements dans les ouvriers ; au début, les mauvais ouvriers s'éliminent parce qu'ils sont incapables d'augmenter leur salaire, et les autres, intéressés par leur travail, restent.

En résumé, dans la très grande majorité des cas où l'on a appliqué les principes de l'organisation scientifique, on a obtenu d'excellents résultats ; les échecs ont pour cause soit l'inexpérience des experts chargés de l'application, soit la faiblesse financière de l'affaire où s'effectuait l'application, et qui obligea à suspendre trop tôt les essais. Cependant, il faut reconnaître que les perfectionnements les plus réels dus au chronométrage et aux cartes d'instruction ont été constatés dans les ateliers mécaniques, où le caractère essentiellement technique des facteurs en jeu a suffisamment justifié le concours d'investigateurs experts.

L'ouvrage de M. Lefort-Lavauzelle, *L'Organisation scientifique des usines*[1], constitue une étude critique de la méthode Taylor et de celles qui en dérivent. D'après cet auteur, il y aurait à l'heure actuelle, sur 201 usines appliquant le système Taylor : 169 aux Etats-Unis, 4 au Canada, 1 en Australie, 4 en Angleterre, 5 en France, 2 en Hollande, 6 au Japon, 9 en Russie, 1 en Suède.

L'auteur réfute, comme conclusion de son étude, les reproches faits au système Taylor; 1° de supprimer l'initiative tant chez l'ouvrier que chez le contremaître ; 2° de tendre à faire de l'ouvrier une machine inconsciente, objet d'une contrainte continuelle et d'un surmenage systématique ; 3° d'augmenter d'une façon excessive le nombre des improductifs qui grèvent lourdement les frais généraux. Cette dernière critique, qui semble justifiée à première vue, s'évanouit du fait que, grâce à l'organisation scientifique, la production, les salaires des ouvriers et les

1. Frank B. Gilbreth : *Etude des mouvements*. Méthode d'accroissement de la capacité productive d'un ouvrier (traduction Ottenheimer). Dunod et Pinat, éditeurs. Paris. Prix : 9 fr.)

1. Lefort-Lavauzelle : *L'Organisation scientifique des usines*. Henri Charles-Lavauzelle, éditeur. Paris.

bénéfices du patron augmentent dans des proportions très sensibles.

Le remarquable ouvrage de M. J. Hartness[1] : *Le facteur humain dans l'organisation du travail* discute également les principes de Taylor. Cette discussion est excessivement intéressante, d'autant qu'elle roule principalement sur un sujet trop négligé par des novateurs enthousiastes, le rôle de l'inertie humaine : l'auteur en étudie la nature sous ses différents aspects. L'habitude, qui est une des formes de l'inertie humaine, assure la continuité des résultats acquis et doit être utilisée pour la réalisation du progrès. C'est l'habitude qui nous permet de ménager nos forces, et de surmonter les difficultés, qui nous permet d'emmagasiner l'énergie comme le fait le volant d'une machine.

Dans son livre, James Hartness a fait preuve d'une compréhension très juste, quoique très bienveillante, de l'homme. La lecture du chapitre « Tous les hommes se ressemblent » est à recommander à tous ceux, trop nombreux, qui se plaignent de leur personnel, souvent parce qu'ils n'ont pas voulu l'étudier sincèrement et à fond. Cet ouvrage contient toute une série d'excellents conseils se rapportant aux précautions à prendre pour introduire un perfectionnement de quelque nature qu'il soit ; continuellement le mot « prudence » revient dans ces lignes. Le livre de Hartness complète les ouvrages de Taylor.

Les deux extraits suivants de l'œuvre de James Hartness permettront de juger de sa tournure d'esprit :

« Voulez-vous faire une bonne machine ? Commencez par bien connaître celui qui doit s'en servir. »

« La seule machine parfaite est celle qui n'a pas encore servi, et l'ingénieur qui ne connaît pas le défaut de sa machine la connaît bien mal. »

Dans *L'éveil de l'esprit public*, M. Henri Fayol[2] développe ses théories sur l'administration ou organisation entendue avec le sens de prévoyance, organisation, commandement, coordination et contrôle.

Parlant naturellement du système Taylor, pour lequel il ne nourrit pas un enthousiasme sans limites, M. Fayol est d'avis que pour pouvoir l'appliquer il faut être pourvu de la double capacité technique et administrative.

1. James Hartness, ancien Président de l'American Society of Mechanical Engineers : *Le facteur humain dans l'organisation du travail* (Traduction H. Perrot et Ch. de Fréminville). Dunod et Pinat, éditeurs. Paris. (Prix : 4 fr. 50.)

2. Henri Fayol : *L'éveil de l'esprit public*. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris. (Prix : 6 fr.)

Dans *L'éveil de l'esprit public* est intercalée une très intéressante conférence de M. le lieutenant R. Desaubliaux sur l'application des théories de M. Fayol à l'administration d'une section, conférence faite à des aspirants ayant suivi des cours de mitrailleurs. Le style en est très vivant, et l'auteur y a fait preuve d'une compréhension très remarquable de l'homme.

L'*Organisation industrielle*[1] de M. P. Charpentier est une étude beaucoup plus complète que toutes celles que nous avons étudiées précédemment : elle traite de l'organisation totale d'une affaire. L'auteur étudie très en détail le rôle, l'importance de la publicité, la façon dont elle doit être faite, la préparation puis l'exécution des commandes ; il examine tout particulièrement la question des salaires, à laquelle il donne une grande importance, très justifiée d'ailleurs. Il décrit les principes du salaire à l'heure, aux pièces, à l'entreprise, donnant quelques indications particulières sur les systèmes de Halsey, de Rowan, de Taylor (système différentiel), de Gantt, d'Emerson. Une étude critique de ces divers systèmes accompagne leur description. Ce chapitre est un des plus remarquables de ce très intéressant ouvrage. L'auteur le termine par l'étude de la question de la participation des ouvriers aux bénéfices ; il en montre les difficultés d'application, qui cependant peuvent à la rigueur n'être pas insurmontables. L'auteur examine ensuite très en détail les questions de comptabilité (répartition des frais généraux tout particulièrement), enfin l'établissement des usines. Le chapitre qui traite des tendances de l'industrie moderne, sans apporter d'idées bien nouvelles, donne toutefois une idée très exacte de la question en ce qui concerne l'enseignement technique et la coopération de la science et de l'industrie.

L'ouvrage de M. H. Gisi[2], *Entreprises industrielles*, répond à un objet tout différent, qui est de guider ceux qui veulent créer une usine ou exploitation industrielle quelconque, agrandir ou modifier une installation. Cet ouvrage est l'œuvre d'un ingénieur-conseil qui a exposé avec beaucoup de détails et assez de clarté les différentes phases de l'établissement d'une affaire : frais précédant la construction, frais d'exploitation. Pour ce dernier cas, l'auteur emploie une méthode graphique excessivement ingénieuse qui peut rendre des services aussi bien pour le projet d'installation que pour l'exploitation.

Comme exemple d'application pratique des

1. P. Charpentier : *Organisation industrielle*. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris. (Prix : 22 fr. 50.)

2. H. Gisi : *Entreprises industrielles*. Ch. Bérenger, éditeur, Paris. (Prix : 14 fr. 40.)

différentes méthodes d'organisation rationnelle du travail, nous pouvons signaler le travail de M. L. Guillet : *Recherches sur différents points de la fabrication des obus*[1]. On y voit comment l'étude systématique d'une question peut conduire à des résultats excessivement intéressants ; ce qui caractérise ce travail, c'est l'esprit de méthode avec lequel il a été exécuté. La question si importante du métal à employer pour fabriquer les poinçons d'emboutissage a conduit à l'étude de la dureté à différentes températures ; le traitement thermique des obus de son côté a amené l'auteur à étudier les variations des propriétés du métal au cours de la fabrication des obus ; ces études présentent un intérêt général dépassant de beaucoup le cadre du travail. Signalons en passant que l'ouvrage de M. Guillet est abondamment et remarquablement bien illustré.

L'*Etude de l'organisation de la production française*[2], concernant la sidérurgie, a été traitée par deux auteurs. L'un de ces auteurs, M. G. Charpy, s'occupe de la question de la fixation des termes à employer pour désigner les différents produits de la métallurgie du fer, ainsi que la fixation des méthodes d'essai de ces produits. L'autre auteur, M. J. Carlioz, publie un travail plus en rapport que le précédent avec le titre de l'étude. Il envisage la situation de notre industrie sidérurgique après le retour du bassin lorrain, et traite avec beaucoup de clarté l'épineuse question du combustible et la dépendance dans laquelle nous nous trouverons à ce sujet vis-à-vis de l'Allemagne. Les conclusions du travail de M. J. Carlioz, en ce qui concerne la réduction des prix de revient, sont qu'il faut : 1° unifier les profils ; 2° spécialiser les usines. L'auteur propose le relèvement de quelques tarifs douaniers, la constitution d'un comptoir général de ventes en commun, en France et à l'étranger, de tous les produits métallurgiques, et enfin la modification de l'article 419 du code pénal dans un sens permettant aux industriels de se grouper pour réaliser cette vente en commun.

Nous ne voudrions pas terminer cette revue des ouvrages traitant des perfectionnements pouvant être apportés à notre industrie sans mentionner l'œuvre remarquable, tant par son importance, par les renseignements qu'elle contient que par la façon dont elle a été exécutée, que constitue le *Rapport général sur l'industrie française, sa situation, son avenir*[1], établi par la Direction des Etudes techniques du Ministère du Commerce. Tout ce qui concerne les industries françaises se trouve exposé dans ce travail, édité avec énormément de soin, abondamment pourvu de statistiques, de graphiques, et que tous les industriels auront intérêt à consulter.

Nous venons de passer en revue différents ouvrages parus récemment, traitant, examinés à un point de vue différent, des moyens à adopter pour intensifier la production. De tous ces moyens, celui qui domine c'est l'organisation scientifique des usines ; dans ce domaine, une œuvre se détache entre toutes les autres, c'est celle de Taylor. Bien avant Taylor, ou même depuis ses travaux, mais sans les connaître, de nombreux industriels ont fait de l'organisation scientifique ; Taylor n'est donc pas un novateur au sens exact du mot, mais son rôle capital a été de codifier l'organisation rationnelle du travail, d'en donner les règles, les directives principales ; à cette œuvre, il s'est adonné avec toute la foi d'un apôtre et avec une conscience remarquable, appuyée sur une intelligence et une volonté hors de pair.

Le système Taylor n'est cependant pas une panacée ; il ne vaut que par les hommes qui l'appliquent. Il a créé un état d'esprit tout nouveau dans la façon d'organiser le travail, aussi bien au point de vue de la machine qu'au point de vue de l'ouvrier. Le but principal de Taylor a été de rechercher la meilleure utilisation de l'homme dans le travail librement accepté. La sélection et l'adaptation des travailleurs à des besognes adéquates à leurs facultés est une des branches maîtresses du système Taylor.

Un fait à noter, c'est que l'organisation rationnelle du travail, appliquée avec succès surtout dans les industries du travail des métaux, est applicable à toutes les industries. En tout état de cause, l'application des idées, des principes de Taylor, ou d'une façon plus générale de l'organisation scientifique, a donné d'excellents résultats dans la pratique, résultats dont l'importance ira en augmentant au fur et à mesure que les idées d'organisation rationnelle du travail se répandront.

M. Desmarets.

1. L. Guillet : *Recherches sur différents points de la fabrication des obus.* — Publication de la *Revue de Métallurgie.*

2. Etude de l'organisation de la production française après la guerre. — La sidérurgie : Produits de la métallurgie du fer, par G. Charpy. Produits ordinaires, par J. Carlioz. — Publications de la *Revue de Métallurgie.*

1. Rapport général sur l'industrie française, sa situation, son avenir. 3 vol. in-4°. — Ministère du Commerce. — Imprimerie nationale. (Prix : 120 fr.)

LES RÉSULTATS DES RECHERCHES RÉCENTES SUR L'AUTRUCHE

DEUXIÈME PARTIE[1]

VI. — Dégénérescence de l'Autruche

Les Ratitæ, ou oiseaux coureurs, auxquels appartient l'autruche, sont considérés comme dégénérés sous plusieurs rapports quand on les compare avec les Carinatæ, ou oiseaux volants, particulièrement au point de vue de l'aile, qui ne sert plus au vol. L'autruche est également le seul oiseau qui ne possède que deux doigts au pied, au lieu des quatre doigts habituels. Le grand nombre d'oiseaux du Nord et du Sud actuellement utilisables pour l'étude m'a permis de déceler plusieurs autres directions dans lesquelles une extinction des organes est en train de se produire, et les divers stades observables du processus dégénératif permettent d'indiquer la manière dont s'effectuent ces pertes. Certaines parties du plumage et les doigts de l'aile et du pied présentent également des lignes indépendantes de dégénérescence.

§ 1. — Couvertures inférieures

1. *Première rangée.* — Il n'existe, chez presque toutes les autruches, qu'une seule rangée de couvertures inférieures, et celle-ci est rarement complète. Ses éléments alternent avec la rangée des grandes plumes de l'aile et aussi avec la dernière plume de la première, de la seconde et quelquefois de la troisième rangée de couvertures supérieures qui, avec les rémiges, constituent la rangée marginale de plumes. Sur des centaines d'oiseaux examinés, deux seulement ont montré une alternance complète des couvertures inférieures, et souvent il en manque jusqu'à 9 ou 10. La numération effectuée sur 25 oiseaux a donné une moyenne de 30,2 couvertures, soit 6 de moins que la moyenne des rémiges, et il en faudrait 2 ou 3 de plus pour alterner avec la dernière plume des rangées de couvertures supérieures.

En général, les plumes qui manquent sont des plumes complètes; mais parfois on observe 2 ou 3 vestiges de plumes au delà du dernier membre habituel de la rangée. Ce ne sont pas de simples plumes naines, mais des plumes imparfaitement formées. Les stades de dégénérescence sont semblables à ceux qu'on remarque plus aisément sur les plumes inférieures des ailes et de la queue; là le tuyau est la première partie à se briser et à disparaître, puis les barbules et enfin les barbes. Les vestiges de plumes continuent à apparaître à mesure que les plumages se succèdent, mais ils sont plus enclins à disparaître avec l'âge que les plumes normales.

De ce qui précède, il résulte évidemment que la rangée de couvertures inférieures de l'autruche subit un processus de réduction graduelle, commençant vers le côté du coude. Etant donné le nombre d'oiseaux étudiés, il est possible de trouver tous les stades depuis la rangée complète jusqu'à celle où dix plumes ont déjà disparu, ce qui montre que ce processus ne se poursuit pas uniformément chez tous les représentants de la race.

2. *Deuxième et troisième rangées.* — Tandis que la grande majorité des autruches ne possèdent qu'une seule rangée incomplète de couvertures inférieures, on trouve parfois des oiseaux portant des plumes qui appartiennent à une deuxième et même à une troisième rangée de couvertures inférieures. Elles se présentent plus souvent chez les oiseaux sud-africains que chez les oiseaux nord-africains. Chez un mâle du Cap, j'ai observé jusqu'à 13 petites plumes alternantes proches de la première rangée de couvertures inférieures, et au-devant de celles-ci 4 autres plumes, alternant avec elles et appartenant manifestement à une 3e rangée. Elles tendaient à donner à l'aile l'apparence d'une surface recouverte, bien différente de l'aspect nu habituel. Assez souvent, on remarque des plumes détachées de la 2e et de la 3e rangées dans une partie quelconque de celles-ci, ou une série de plumes en succession régulière, les plumes moyennes apparaissant de préférence aux plumes terminales. Mais ce n'est que sur les oiseaux d'une seule ferme que j'ai trouvé les 2e et 3e rangées presque complètes, et comme elles apparaissent également chez leurs descendants, on peut considérer qu'elles sont d'origine germinale. Les plumes additionnelles sont presque toujours complètement formées, et comme les trois premières rangées de couvertures supérieures elles vont en diminuant de taille de la 1re à la 3e rangées. Occasionnellement, toutefois, des vestiges de plumes, imparfaits, se montrent, comme si les plumes individuelles passaient par un processus graduel de dégénérescence.

Une seule explication paraît pouvoir être donnée de la rareté de la présence des 2e et

1. Voir la première partie dans la *Revue* du 15 octobre 1919, t. XXX, p. 554 et suiv.

3e rangées de couvertures inférieures : c'est que les ancêtres de l'autruche étaient, comme les oiseaux volants modernes, pourvus d'une couverture de plumes à la surface inférieure ou interne de l'aile, quoique dans presque tous les cas celle-ci soit nue maintenant, à l'exception de la 1re rangée elle-même en voie de disparition.

§ 2. — Plumes sur le 3e doigt

Le troisième doigt est habituellement enfoui dans les muscles de l'aile, mais au cours du développement il se projette librement, et parfois il reste distinct chez l'adulte. Là où il est caché, son extrémité libre s'étend presque jusqu'au bord postérieur de l'aile, et à cette place on observe parfois une ou deux plumes additionnelles, interférant avec l'arrangement régulier des couvertures inférieures et des rémiges. Les plumes irrégulières sont souvent une énigme pour les éleveurs d'autruches. Des dissections m'ont montré qu'elles appartiennent à une série distincte à la fois des couvertures inférieures et des rémiges, les tuyaux croisant les phalanges du 3e doigt de la même façon que les tuyaux des rémiges croisent les phalanges du 2e doigt. Sans aucun doute, ces plumes additionnelles doivent donc être considérées comme appartenant au 3e doigt.

Outre ces plumes de l'extrémité, on trouve aussi occasionnellement des plumes isolées le long du 3e doigt. Elles peuvent apparaître en un point quelconque de sa longueur, et sont tout à fait distinctes des couvertures inférieures. Je suppose que ces deux sortes de plumes sont les représentants d'une époque où l'ancêtre de l'autruche possédait un 3e doigt pourvu de plumes, comme celles qui survivent sur l'aile bâtarde. Il semble que l'autruche soit le seul oiseau vivant dont le 3e doigt porte des plumes, bien qu'il n'y ait pas de doute que ce fût la condition des oiseaux d'autrefois.

§ 3. — Couvertures supérieures

Les couvertures supérieures sont noires chez le mâle et grises chez la femelle, et alternent avec les rémiges. Le nombre des rangées varie quelque peu : chez certains oiseaux, on n'en constate que 2 ou 3 bien définies, chez d'autres 5 ou 6. En ce qui concerne le nombre de plumes par rangée, il varie dans la première en corrélation directe avec les rémiges, et ne présente aucune réduction indépendante; la seconde rangée, d'autre part, est dans une phase de dégénérescence à son extrémité distale, en contraste avec l'extrémité proximale de la première rangée de couvertures inférieures. La seconde rangée ne porte que très rarement le nombre nécessaire pour une alternance complète avec la première; elle a parfois 1 ou 2 plumes de moins; souvent 5 ou 6, ou même une dizaine manquent; mais on rencontre tous les stades intermédiaires. Occasionnellement, quelques-unes des plumes terminales sont à l'état de vestiges, comme si elles subissaient une dégénérescence progressive. Les rangées de couvertures supérieures sont généralement plus réduites chez les oiseaux nord-africains que chez les oiseaux sud-africains, l'aile dans son ensemble étant un peu plus étroite. Il est donc évident que le nombre actuel de rangées de couvertures subit une réduction, aussi bien que le nombre de plumes dans chacune d'elles à partir de la seconde. L'influence dégénérative n'a pas encore atteint la première rangée de couvertures, excepté en tant qu'elle varie avec les rémiges.

§ 4. — Couvertures des jambes

Chez l'autruchon qui vient d'éclore, la surface extérieure de la jambe est pourvue de plumes natales semblables à celles qui couvrent les ailes et le corps en général, et qui seront remplacées peu à peu par le vrai plumage du jeune. La couverture entière de la jambe persiste jusqu'à l'âge de 6 mois, puis les plumes tombent graduellement sans être remplacées par d'autres, de sorte que vers l'âge d'un an la jambe est entièrement nue, à l'exception peut-être de quelques plumes situées le long du bord postérieur, rarement le long du bord antérieur. La rapidité de la chute et le nombre des plumes qui persistent varient suivant les animaux. Les trous des follicules vides subsistent pendant des années, en devenant graduellement moins marqués.

Dans ce cas, on peut admettre que les facteurs germinatifs en relation avec la production des couvertures des jambes conservent leur activité normale jusqu'à ce que les jeunes soient âgés de 6 mois environ, puis le plus grand nombre perdent leur efficacité, et les plumes tombent. Si nous voulions chercher une explication adaptative, nous pourrions associer cette perte avec la croissance des plumes des ailes. Pendant que ces dernières sont petites, la surface externe de la jambe serait découverte, si elle n'était revêtue de ses propres plumes. Quand les jeunes grandissent, les plumes des ailes s'allongent et, en s'étendant en bas et en arrière, elles servent à couvrir la jambe; alors la présence des couvertures des jambes n'est plus nécessaire. Mais, tout en tenant compte d'une corrélation adaptative de ce genre, nous devons chercher néanmoins à l'expliquer sur une base germinale et factorielle.

Les facteurs de production des plumes perdent-ils naturellement leur puissance quand les jeunes vieillissent, ou sont-ils inhibés par quelque autre influence physiologique apparaissant chez eux ?

§ 5. — **Duvet**

Chez la plupart des oiseaux de vol, une couverture de plumes de duvet ou plumules apparaît à côté des plumes ordinaires du pourtour du corps et des ailes ; on peut rencontrer aussi un certain nombre de petites plumes, semblables à des poils, ou filoplumes. Les descriptions du plumage de l'autruche signalent l'absence de ces petites plumes additionnelles ; mais, par un examen attentif de chaque oiseau du Niger et du Cap, je les ai retrouvées autour de la base des grandes plumes des ailes et de la queue, leur degré de développement variant beaucoup avec les individus. Un examen accidentel de la surface du corps ne permet pas de les découvrir ; mais les fermiers remarquent souvent leur existence sur les ailes et la queue, et ont une vague notion que leur développement marqué indique un oiseau à beau plumage. Elles sont généralement plus rares sur les oiseaux nord-africains que sur leurs parents sud-africains.

En ce qui concerne les plumes individuelles, quelques-unes sont bien développées, quoique réduites ; mais le plus grand nombre sont imparfaites et dégénérées. Au lieu d'une simple tige, plusieurs en ont deux ou trois, imparfaites ; d'autres sont des touffes de barbes avec barbules, tandis que certaines sont réduites à une ou deux barbes en forme de poils, sans barbules. Sur le même oiseau, on peut observer tous les intermédiaires entre ces extrêmes.

Tandis que la distribution du duvet se restreint généralement au voisinage des grandes plumes d'aile et de queue, elle s'étend occasionnellement à d'autres surfaces. Quelques oiseaux étalent une couverture clairsemée de barbes piliformes sur toute la partie postérieure du corps, y compris la large aptérie latérale; dans quelques cas, un duvet extrêmement dégénéré a été observé sur la partie interne, nue, de l'aile, là où l'on s'y attendrait le moins, si, d'après les indications déjà fournies, on ne savait que la partie inférieure de l'aile a été autrefois bien pourvue de couvertures.

Toutes ces découvertes sont nettement en faveur de l'hypothèse d'après laquelle l'autruche ancestrale était revêtue sur tout le corps d'une couverture de plumes de duvet, s'ajoutant à celle des grandes plumes de pourtour, à la manière de la plupart des oiseaux de vol. En général, elle est aujourd'hui réduite à la région des grandes plumes d'ailes et de queue, mais parfois elle s'étend sur d'autres parties du corps. En outre, les plumes sont maintenant rarement un duvet typique, mais elles présentent de nombreuses marques de dégénérescence.

§ 6. — **Troisième doigt de l'aile**

Chez tous les oiseaux vivants, le 3e doigt est fortement réduit et enfoui dans les muscles de l'aile. L'autruche adulte ne fait généralement pas exception à cette règle, quoique les contours du doigt puissent être distinctement perçus à travers la peau mince. Chez l'embryon, par contre, on observe clairement le doigt vers le 10e jour de l'incubation, et il est alors de taille égale au 2e, de beaucoup le plus gros des trois dans l'aile bien formée. A partir du 10e jour, le second doigt croît beaucoup plus que le 3e, et à quelques jours de l'éclosion ce dernier se présente comme une petite saillie triangulaire du bord post-axial des ailes, beaucoup plus accentuée chez certains embryons que chez d'autres. Après l'éclosion, cette saillie disparaît généralement et l'on n'en voit plus aucune trace de l'extérieur. La dissection montre que la première phalange est toujours bien développée ; la seconde n'est généralement représentée que par un très petit nodule osseux. Le premier et le second doigts portent des ongles bien définis, et certains auteurs [1] assurent qu'il en est de même du 3e; mais je n'en ai jamais trouvé à ce dernier chez les centaines d'oiseaux que j'ai eu l'occasion d'examiner.

Tandis que le 3e doigt est généralement caché, comme je viens de le dire, chez quelques oiseaux il constitue une saillie distincte de la surface inférieure générale de l'aile, et il peut même s'étendre au delà du bord sous forme de doigt. J'ai rencontré tous les stades intermédiaires entre les extrêmes sur le grand nombre d'oiseaux dont je disposais. Etant donnée la manière dont l'oiseau traîne ses ailes sur le sol quand il prend un « bain de sable », ce doigt frotte souvent contre la terre dure et rugueuse, ce qui a pour résultat la formation d'une callosité en forme de bosse. Chez les oiseaux dont le doigt se projette nettement, la seconde phalange peut atteindre 25 mm. de longueur, au lieu de constituer un simple nodule ; mais on rencontre tous les stades intermédiaires de dégénérescence.

Le passage de l'un à l'autre des stades de dégénérescence du doigt se fait par degrés imperceptibles, et non par étapes distinctes. On peut admettre que les facteurs génétiques en

1. Parker et Haswell : Text-book of Zoology, t. II, p. 393.

relation avec le 3e doigt sont de même puissance que ceux du 2e doigt jusqu'au 10e jour de l'incubation; mais, à partir de ce moment, ils deviennent plus faibles et n'aboutissent ultérieurement qu'à la formation d'une ou deux phalanges, sans ongle à l'extrémité, tandis que le 2e doigt a toujours trois phalanges terminées par un ongle. Les facteurs du 3e ongle ont complètement disparu du plasma germinatif, et ceux de la seconde phalange ont presque perdu leur pouvoir chez la plupart des individus, quoique encore efficaces chez quelques-uns.

§ 7. — Quatrième doigt externe du pied

Le petit doigt externe du pied de l'autruche est le 4e du pied pentadactyle, le 1er, le 2e et le 5e ayant déjà disparu, bien que le Prof. Broom ait découvert des traces de tous les cinq chez l'embryon après 10 à 11 jours d'incubation. Si les pertes qui ont déjà eu lieu se poursuivent, le doigt suivant qui disparaîtra sera le 4e, et à la fin le 3e ou médian restera seul. Outre la grande différence de taille entre le 4e et le 3e doigts, il y a d'autres raisons de penser que le premier subit actuellement une lente dégénérescence, surtout en ce qui concerne l'ongle et les écailles de sa face supérieure. Les phalanges, quoique de dimensions très faibles, conservent toujours leur nombre normal, 5.

Déjà l'ongle du 4e doigt a disparu dans la plupart des cas; il se présente occasionnellement, et plus souvent chez les oiseaux nord-africains que leurs congénères sud-africains. Dans un lot de 25 oiseaux du Niger mélangés, je l'ai trouvé sur 6, tandis que chez 20 oiseaux mêlés du Cap je ne l'ai observé que sur un seul individu. Toujours il est peu développé, surtout en comparaison avec l'ongle fort du doigt moyen, et il est toujours non fonctionnel, n'atteignant jamais le sol. Là où il est le mieux formé, il fait saillie d'environ 6 mm. de son alvéole; d'autres fois, il est presque caché dans l'intégument. En général, il est également développé sur les pieds droit et gauche; mais on peut trouver des différences entre les deux pieds.

Dans les croisements où les deux parents ne possèdent pas cet ongle, la progéniture en est également dépourvue. Par contre, là où un des parents la possède et non l'autre, il se retrouve chez la moitié environ des descendants : les oiseaux à ongle sont donc des hétérozygotes dominants, et la présence de l'ongle obéit à la loi de Mendel.

L'expérience prouve donc que l'absence de cet ongle correspond à la perte d'un ou plusieurs facteurs génétiques du plasma germinatif, mais les divers stades observés montrent aussi que le facteur ongle subit une diminution graduelle d'action. Il y a donc tout lieu de s'attendre à ce que l'ongle du 4e doigt disparaisse avec le temps de toute la race des autruches, comme c'est déjà le cas pour l'ongle du 3e doigt.

Les grosses écailles de la face supérieure du doigt forment une série continue, en général au nombre de 8 à 10 (fig. 3). Elles ne recouvrent

Fig. 3. — *Tarses et pieds de l'autruche nord-africaine.*

qu'une faible partie du doigt, alors que la comparaison avec d'autres oiseaux nous ferait supposer qu'elles doivent s'étendre sur toute la longueur et former une série continue avec les grosses écailles du tarse. Il faut admettre que les facteurs des écailles absentes ont complètement disparu du plasma germinatif, car je n'en ai jamais trouvé trace, même chez l'embryon. Avec l'ongle, elles constituent une autre preuve de la dégénérescence du 4e doigt.

§ 8. — Troisième doigt médian du pied

Le gros doigt du pied de l'autruche est le 3e ou médian du pied pentadactyle, et, comme le seul autre doigt persistant est, nous l'avons vu, en voie d'extinction, il est très probable qu'un temps viendra où l'oiseau ne dépendra que de ce 3e doigt. Toutefois, certains traits de sa structure font penser qu'il se trouve, lui aussi, soumis à un processus de dégénérescence, de sorte que finalement tous les doigts disparaîtraient, si l'oiseau survit aux stades intermédiaires.

Sur le devant du tarse s'étend une série de

grosses écailles, presque rectangulaires, qui, dans la plupart des cas, se continuent sans interruption jusqu'à l'extrémité du gros doigt (fig. 3). Sur la jambe leurs bords contigus se touchent simplement, mais ils s'imbriquent là où le tarse rejoint le doigt, et aussi sur ce dernier, de façon à permettre les mouvements de flexion pendant la marche et la course. Le long du tarse, les écailles sont à peu près de même taille, mais à la jonction avec le doigt elles deviennent généralement plus petites et s'élargissent distalement. Parfois une rupture de continuité se produit à la jointure : quelques-unes des grandes écailles disparaissent et sont remplacées par les écailles insignifiantes qui recouvrent généralement la surface du membre ; dans quelques cas rares, on observe une seconde rupture de continuité à la jointure qui existe vers le milieu du doigt : il y a ainsi une série proximale et une série distale d'écailles digitales.

Le nombre d'écailles varie suivant les individus, et aussi d'une jambe à l'autre ; quelquefois il se produit des irrégularités par suite d'une subdivision partielle d'écailles simples. La numération des écailles a donné les chiffres suivants :

A. *Séries continues du tarse au doigt :* 53 à 58 à la jambe droite, 53 à 57 à la jambe gauche.

B. *Séries avec une interruption :* Jambe droite : 27 à 28 au tarse, 16 à 17 au doigt. Jambe gauche : 27 à 30 au tarse, 17 à 19 au doigt.

C. *Séries avec deux interruptions :* Jambe droite : 29 à 32 au tarse, 5 à 6 et 8 à 9 au doigt. Jambe gauche : 29 à 31 au tarse, 5 à 7 et 8 à 11 au doigt.

La rupture de continuité se présente rarement, surtout chez les autruches sud-africaines. Sur 20 oiseaux du Cap, une seule présentait une interruption, tandis que sur 20 oiseaux de la Nigeria 3 présentaient une seule interruption et 2 une double interruption de la scutellation. On se trouve là en face d'une disparition définitive d'écailles du doigt, et si on la rapproche d'autres phénomènes de dégénérescence du pied, on doit la considérer comme la première preuve de dégénérescence du doigt moyen de l'autruche. Les ruptures représentent évidemment des caractères unités indépendants, des mutations régressives, en cours d'introduction dans la race entière, le processus étant un peu plus avancé chez l'autruche du Nord que chez celle du Sud.

Les expériences de croisement prouvent que les ruptures sont de nature germinale. Quand elles n'existent chez aucun des deux parents, les descendants ont également une scutellation continue. Par contre, quand l'un des parents présente une discontinuité et pas l'autre, elle se retrouve chez la moitié des jeunes environ, ce qui prouve que le facteur de discontinuité est dominant, mais que le plasma germinatif est simplex ou hétérozygote par rapport à lui. On pouvait d'ailleurs s'y attendre étant donné que ce caractère est en voie d'introduction dans la race et qu'il se comporte à la façon mendélienne.

VII. — Sort ultime de l'Autruche

Etant donnée la dégénérescence qui se poursuit dans des directions si variées, on est en droit de se demander quel sera le sort ultime de l'autruche. Il est raisonnable de penser que les disparitions déjà commencées continueront dans le même sens, si l'évolution naturelle se prolonge librement et sans restrictions. Evidemment quelque influence intrinsèque est à l'œuvre sur le plasma germinatif, aboutissant à la lente disparition de certaines parties de l'oiseau d'une manière continue et déterminée, et de ce qui s'est déjà passé il semble possible de tirer une conclusion sur le résultat final.

Sans aucun doute, le plumage dans son ensemble se restreindra de plus en plus. A l'heure actuelle, il n'existe probablement aucun oiseau aussi nu que l'autruche. Les deux côtés sont presque dépourvus de plumes, une large surface nue apparaît sur le sternum et le pubis, les jambes n'ont pas de plumes chez l'adulte, la surface interne des ailes n'en possède presque pas non plus, la tête de l'oiseau nord-africain est chauve et la couche sous-jacente de plumes du duvet va disparaissant de la race. Les faits connus donnent toute raison de croire que, si l'autruche était laissée à elle-même, les rémiges continueraient à tomber et que le minimum actuel de 33 plumes irait en diminuant ; la seule rangée de couvertures inférieures est en voie de réduction, et suivra la 2e et la 3e rangées qui ont pratiquement disparu tandis que les couvertures supérieures voient leur nombre baisser progressivement ; les plumes des jambes peuvent cesser simultanément d'apparaître, même chez les jeunes ; la calvitie peut s'étendre ; et les plumes du duvet, quoique aujourd'hui à l'état de vestiges et négligeables pour le bien-être de l'animal, peuvent aussi s'effacer totalement.

Avec ses premier et second doigts pourvus d'ongles, son troisième doigt séparé et distinct, comptant deux phalanges, l'aile de l'autruche, dans ses parties composantes, est moins dégénérée que celle de la plupart des oiseaux, et le membre dans son ensemble est en relation plus étroite avec celui de l'ancêtre reptilien.

Toutefois, il subit probablement une diminution générale de dimensions plutôt qu'une disparition de ses constituants, comme c'est aussi le cas pour l'*Apteryx* et probablement d'autres *Ratitæ*. Il y a cependant des preuves que le 3e doigt dégénère et qu'une aile plus courte et plus étroite est en corrélation avec la réduction du nombre des plumes.

C'est dans la perte de ses doigts du pied que le désastre final risque surtout de venir frapper l'autruche. Déjà elle en possède moins qu'aucun autre oiseau vivant, l'autruche américaine, *Rhea*, en ayant trois et la plupart des autres oiseaux quatre. Des deux qui restent chez l'autruche, le 4e est déjà très réduit en comparaison du 3e, et la disparition pratique de son ongle ainsi que le nombre réduit des écailles de sa face supérieure sont d'autres indices de sa dégénérescence. Il n'est guère douteux que le 4e doigt suivra un jour le 1er, le 2e et le 5e et disparaîtra à son tour. Il en sera de même du 3e, le seul qui persistera alors. Quoique bien développé et d'une importance capitale aujourd'hui pour supporter l'oiseau, et pour la marche et la course, on trouve déjà maintenant dans la perte des écailles les premières traces de sa dégénérescence.

Le processus dégénératif se poursuivra certainement avec une extrême lenteur, probablement pendant des dizaines ou des centaines de milliers d'années. Les diverses survivances qu'on rencontre encore nous révèlent combien les facteurs génétiques peuvent persister chez quelques oiseaux, quoique perdus pour la race en général. Si, toutefois, l'influence dégénérative est aussi inexorable qu'elle le paraît, il y a toute raison de redouter qu'elle nous donnera finalement le triste spectacle d'une autruche sans plumes, sans ailes et sans jambes : dernier résultat à prévoir si l'oiseau est abandonné à l'influence de la Nature, avec toutes ses tendances inhérentes.

Aujourd'hui, toutefois, l'homme a pris l'autruche sous sa direction, et il a la possibilité de travailler à l'encontre des voies de la Nature. Au moyen de la sélection, il peut dans une large mesure tenir en échec les tendances à la dégénérescence ; le fermier peut fort bien conserver l'oiseau dans l'état où il désire, ou même le ramener à quelque état antérieur. L'autruche en tant que race n'a encore rien perdu d'essentiel à sa prospérité ; quelques oiseaux ont gardé tout le nécessaire, et ces oiseaux peuvent être sélectionnés à l'exclusion d'autres chez lesquels le processus dégénératif a poussé plus avant. Ainsi des expériences sont déjà en train pour arrêter la disparition des plumes précieuses de l'aile et pour fournir à l'éleveur un oiseau donnant 42 plumes au lieu de la moyenne de 36, les autres rangées s'accroissant dans la même proportion, et toutes les plumes étant de qualité supérieure. La tendance à la perte de plumage de l'aile dans son ensemble peut être enrayée en choisissant comme reproducteurs des oiseaux possédant les facteurs liés à un nombre de plumes élevé. De même si l'on craint que l'autruche ne perde son seul doigt au pied, cette tendance peut être presque indéfiniment combattue en faisant reproduire des oiseaux présentant les moindres traces de dégénérescence, et éliminant comme reproducteurs ceux qui ont perdu le plus d'écailles. Les principes élaborés par les recherches mendéliennes nous permettent de procéder, dans un problème de Génétique de cette nature, avec une assurance qu'on n'eût jamais rêvée du temps des vieilles méthodes de reproduction.

Au point de vue zoologique même, les perspectives sont attrayantes. En développant toutes les possibilités, à la fois qualitatives et quantitatives, du plumage, on peut anticiper l'arrêt des tendances régressives chez l'autruche, et plus tard la restauration de l'oiseau à sa condition ancestrale riche en plumes. Par la domestication, on éliminera graduellement les oiseaux en voie de dégénérescence et l'on protégera les autres, à caractères ancestraux désirables. Non seulement la restauration s'appliquera à la rangée principale des plumes de l'aile, mais aussi aux couvertures inférieures et supérieures, et elle comprendra peut-être les plumes du 3e doigt et une couverture générale sur la nudité actuelle de la surface interne de l'aile. Le matériel déjà trouvé, quoique éparpillé parmi des oiseaux variés, est suffisant pour bâtir une aile d'autruche très différente de celle d'aujourd'hui. Les seules limites imposées sont celles qui se rapportent aux caractères ancestraux dont les facteurs ont tout à fait disparu du plasma germinatif. Aucune sélection ne pourra les faire réapparaître : nous ne pouvons construire que sur les matériaux qui persistent, et beaucoup, malheureusement, se sont évanouis pour toujours [1].

J. E. Duerden,

Professeur de Zoologie au « Rhodes University College », Grahamstown (Afrique du Sud).

1. Conférence prononcée devant le Congrès de Johannesburg de l'Association sud-africaine pour l'avancement des Sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques

Hubert (Henry), *Administrateur des colonies, Adjoint à l'Inspecteur général des Travaux Publics de l'A. O. F.* — **Sur l'emploi des avions en Afrique Occidentale pour les recherches d'ordre scientifique.** — *1 brochure in-8° de 15 pages avec 11 fig. dont 8 photos hors texte. Grande Imprimerie Africaine, Dakar,* 1919[1].

Cet opuscule met en valeur d'une façon à la fois concise et fort complète tout le travail qui peut être fait par un avion pour collaborer à la recherche des renseignements météorologiques et à la topographie.

En ce qui concerne la météorologie, M. H. Hubert nous expose le régime des courants aériens au-dessus de la région de Dakar, l'alizé et l'harmattan. Il résulte de l'étude de la position respective de ces deux vents une série d'observations procurant un très gros appoint pour les prévisions du temps. Dans ces régions, les sondages par ballonnets n'offrent pas toutes les commodités voulues, à cause des zones superposées de nuages et de la vitesse du vent. Seul l'avion permet de venir contrôler exactement l'état de l'atmosphère aux diverses altitudes, et dans un temps très court. L'auteur entre dans des considérations d'une haute portée sur l'étude des différences de pression au-dessus des divers lieux et sur le prélèvement infiniment simplifié des poussières atmosphériques.

M. Hubert s'étend ensuite sur l'importance de la photographie aérienne au point de vue de la topographie. Il est évident que l'avion est appelé à un rôle prépondérant pour le levé des cartes dans des régions peu explorées. Si l'on se souvient du rôle qu'a joué la restitution photographique dans la mise à jour des plans directeurs et canevas de tir pendant la guerre, on voudra voir les colonies dotées d'un important matériel d'aviation.

Ce petit travail sait mettre en valeur d'une manière extrêmement précise et irréfutable tout le parti à tirer des clichés pris par l'observateur aérien ; et, grâce à son étude fort approfondie de la question, M. Hubert arrive à récuser toutes les objections qui peuvent être faites, notamment pour la détermination de l'échelle d'une photo reproduisant des portions de terrain dont on n'a aucun levé, et il nous démontre que l'avion possède par lui-même, grâce à son ombre projetée comparée à celle des accidents du sol, le moyen d'établir l'échelle exacte par un simple calcul d'angles.

Puis nous sommes mis au courant d'une innovation de l'auteur, basée sur la stéréophotogrammétrie, qui permet, en plaçant un appareil à chaque extrémité de l'ensemble des ailes, d'obtenir un parallélisme rigoureux des axes, ce que ne donnait pas le système de recoupement avec un seul appareil, méthode que l'on employait sur le front.

Ce mémoire se termine par une énumération des observations pouvant être faites en avion au sujet de la physique du globe, pour des phénomènes que l'on ne peut pas étudier en assez grand au niveau du sol (houle, bas-fonds de la mer, dunes, inondations, etc.).

GEORGES REGELSPERGER.

Namias (Prof. R.). — **Il Chimico siderurgico. Analisi dell acciaio e dei prodotti siderurgici.** — *1 vol. in-18 de 240 p. avec 10 fig. (Prix cart. : 5 lire 50). U. Hoepli, éditeur, Milan,* 1919.

Dans ce petit livre, qui fait partie de la collection des manuels Hoepli, M. Namias a réuni toutes les méthodes d'analyse relatives aux aciers, aux produits sidérurgiques, aux matières premières nécessaires pour les préparer et aux gaz qui se dégagent au cours de leur fabrication. Une pratique de 25 ans a rendu l'auteur particulièrement compétent en la matière. Aussi les chimistes analystes ont-ils intérêt à lire ce petit livre où sont étudiés systématiquement : les constituants et les impuretés de l'acier et leur influence, les procédés d'analyse des aciers ordinaires et des fontes, des aciers spéciaux et des ferro-alliages. Les minerais de fer, les scories, les matériaux réfractaires, les combustibles et les gaz sont examinés ensuite avec le même soin. Le manuel se termine par l'indication des facteurs et des données nécessaires pour procéder aux calculs analytiques.

L'auteur insiste tout particulièrement sur le dosage du carbone, du manganèse, du soufre et du phosphore. A propos du manganèse, il rappelle que le principe du procédé le plus employé, et toujours indiqué sous le nom de Volhard, est dû à un Français, Guyard. Nous aurions été heureux de voir rappeler également à propos du phosphore, dont l'étude est aussi bien faite que celle du manganèse, les travaux de M. Chesneau, qui ont permis de fixer la composition du phosphomolybdate d'ammoniaque dans les différentes conditions où il est précipité. Le procédé proposé par Eggertz pour doser les scories, les oxydes et autres impuretés, seul indiqué par M. Namias, avec des réserves d'ailleurs, n'est pas très recommandable. L'examen micrographique et au besoin l'attaque par le chlore, comme dans le cas de l'aluminium, sont préférables.

Ce sont là quelques points de détail qui ne diminuent pas la valeur très réelle de l'œuvre de M. Namias.

PAUL NICOLARDOT,
Docteur ès sciences,
Professeur de Chimie industrielle
à l'Ecole supérieure d'Aéronautique.

Van Eecke (Ch.), *Ingénieur, Lauréat de la Société industrielle du Nord de la France.* — **Exploitation industrielle de la Tourbe.** — *1 vol. in-8° de 370 p. avec 168 fig. (Prix : 12 fr. 50). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris,* 1918.

Dans cet ouvrage fort documenté, rempli de tableaux de chiffres, 250 pages sont consacrées à l'exploitation de la tourbe pour combustible et à peine trente aux industries diverses de la tourbe : ces deux chiffres suffiraient à eux seuls à montrer que, si la tourbe a une importance, c'est surtout comme source de carbone.

L'auteur a d'ailleurs fort bien traité un sujet qui présente pour ainsi dire autant d'aspects que de tourbières à exploiter. Comment organiser le chantier d'exploitation, quel est le meilleur parti à tirer de la substance extraite, ce sont des questions délicates à résoudre et dont l'auteur donne tous les éléments pour cette fin.

Un des chapitres du livre second attire particulièrement l'attention : c'est celui relatif à la distillation de la tourbe, en vue de la production du gaz pour l'éclairage, le chauffage ou la force motrice, ainsi que la récupération des produits ammoniacaux ; ces pages sont à lire et perdraient à être analysées rapidement.

M. Van Eecke vient d'écrire un ouvrage fort utile, rempli de documents intéressants, qui rendra de grands services aux ingénieurs appelés à tirer parti de tourbières ; ce livre ne manquera pas d'être apprécié.

M. RIGOTARD,
Ingénieur agronome.

1. Extrait du *Bulletin du Comité d'Etudes Historiques et Scientifiques de l'A. O. F.*, janvier-mars 1919. — Cette publication, dont M. Henry Hubert est l'un des plus zélés collaborateurs, a été signalée dans la *Revue générale des Sciences*, 30 mars 1919, page 186.

2° Sciences naturelles

Castro Barea (P.), *Docteur ès sciences naturelles.* — **Los Aragonitos de Espana** (*Trabajos del Museo nacional de Ciencias naturales, Serie geologica, n° 24*). — *1 vol. in-8° de 112 p. avec 16 pl. et 34 fig.* (*Prix : 4,50 pesetas*). *Junta para ampliacion de Estudios e Investigaciones cientificas, 1, Moreto, Madrid*, 1919.

L'aragonite, forme rhombique holoaxe du carbonate de chaux naturel, a été d'abord signalée en Espagne au XVIIIe siècle (c'est d'ailleurs du lieu d'un de ses principaux gisements, Molina de Aragon, qu'elle a tiré son nom actuel). On l'a retrouvée depuis dans presque tous les pays, mais on la rencontre toujours en si grande quantité et en si beaux exemplaires en Espagne que M. P. Castro Barea a pensé qu'une étude des formes de ce pays serait susceptible de fournir quelques résultats nouveaux ou intéressants.

La monographie peut être divisée en trois sections : généralités sur l'aragonite et ses caractères, analyse spectrale, description des gisements espagnols et de leurs particularités. Une bibliographie de 98 numéros la termine.

Au cours de ses recherches, l'auteur a découvert, à côté de la mâcle typique selon *m*, une nouvelle sorte de mâcle, consistant en une hémitropie du groupe mimétique hexagonal, formé de trois individus, que présente couramment cette espèce ; celle-ci a lieu suivant le plan unique de symétrie et la face possible de notation simple g^1 de l'un des individus. Il a étudié, d'autre part, la structure en lentille biconcave ou en sablier qu'offrent de nombreux échantillons d'aragonite, et ses expériences tendent à confirmer l'explication donnée par de Sénarmont de cette disposition, qui serait due à une légère différence de composition chimique des individus qui constituent ces mâcles.

M. Castro Barea a pratiqué l'analyse spectrale de sept échantillons d'aragonites espagnoles. Ses mesures l'ont amené à signaler pour la première fois la présence du magnésium dans ces minéraux, en général, et du plomb dans les formes espagnoles. D'autre part, il a découvert dans leur spectre trois raies nouvelles, de longueurs d'onde 2.565,06, 2.564,08 et 2.554,73, qu'il attribue au calcium.

LOUIS BRUNET.

Reclus (Onésime). — **L'Atlantide. Pays de l'Atlas : Algérie, Maroc, Tunisie.** *Préface de* PAUL PELET. — *1 vol. in-8° de 249 p.* (*Prix : 3 fr. 50 ; 30 % majoration temporaire*). *La Renaissance du livre, 78, boulevard Saint-Michel, Paris*, 1918.

Infatigable travailleur, le grand géographe Onésime Reclus s'était consacré jusqu'à sa dernière heure, avec une admirable ardeur, à l'étude des questions qui devaient assurer le développement d'une plus grande France, à l'issue de la guerre mondiale soulevée par l'Allemagne. Cet ouvrage posthume, récemment publié, en restera un bel exemple et nous devons savoir gré à M. Paul Pelet, lui aussi éminent géographe, d'avoir, dans la Préface qu'il a écrite, attiré l'attention sur sa valeur.

Sous le nom d'Atlantide, ce sont les pays de l'Atlas, Algérie, Maroc et Tunisie, qui sont groupés par l'auteur. Il les présente fort justement comme étant une dépendance nécessaire de la France et comme sa prolongation par delà la Méditerranée. Africain avant tout, et ayant même été jusqu'à proposer une politique coloniale exclusivement africaine, il met en relief toute la valeur qu'offre pour nous cette magnifique Afrique du Nord qu'il qualifie d'Europe du Sud. Elle présente deux possibilités de colonisation : elle est à la fois à un certain degré une colonie de peuplement français, là où l'Arabe a laissé des terres en friche, et une colonie d'assimilation dans les régions où s'est ancré et maintenu l'élément berbère.

Onésime Reclus se trouve ainsi amené à étudier en détail les deux groupes indigènes principaux qui peuplent cette Afrique du Nord : Berbères et Arabes. C'est sur la connaissance approfondie de leurs caractères distincts que sont basés tous les raisonnements et toutes les conclusions de l'auteur. Aussi ce livre est-il une véritable étude ethnographique, des plus précieuses pour guider une bonne politique coloniale.

Il est intéressant de voir que dans cette Atlantide, ou Afrique Mineure, au-devant de l'Afrique Majeure, c'est le sang des Berbères qui domine et que ceux-ci sont probablement issus des mêmes ancêtres que nos Méridionaux ; aussi Onésime Reclus désigne-t-il notre Atlantide du nom de Berbérie. Les Arabes sont plus loin de nous comme nature et comme pensée. L'auteur suit les uns et les autres dans leurs liens avec le sol, dans leur histoire, dans leurs rapports avec la France colonisatrice. Il examine également ce que sont les Juifs et quel est le rôle joué par eux dans le pays, puis quels autres peuples européens ont manifesté des ambitions sur l'Afrique du Nord et ce qu'ils y ont fait.

Toutes ces considérations amènent l'auteur à ses conclusions sur la colonisation de l'Atlantide. Notre œuvre est retracée, critiquée lorsqu'il y a lieu, et d'excellents enseignements en sont tirés pour mieux diriger nos efforts. Que l'on pèse bien les mots, et ces enseignements, on les verra sortir de ce langage souvent imaginatif et figuré, parsemé des éclats d'une vive causerie, qui caractérisait souvent le style de cet érudit géographe d'un esprit en même temps si animé.

GUST. REGELSPERGER.

Stéphani (Philippe), *Ingénieur de chemins de fer.* — **Les Tunnels des Alpes : Mont-Cenis, Saint-Gothard, Simplon, Loetschberg, Jura, Faucille, Mont-Blanc.** — *1 vol. in-8° de 115 p. avec 4 cartes hors texte* (*Prix : 5 fr.*). *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

Ce livre apporte une intéressante contribution à la question très actuelle des voies d'accès en Italie, et c'est là son objet principal. L'auteur débute par un court historique des voies ferrées à travers les Alpes, consacré au Mont-Cenis, au Gothard et principalement au Simplon et à ses voies d'accès suisses et françaises : le Lötschberg, le Frasne-Vallorbe et le projet toujours pendant de la Faucille. M. Stéphani observe justement que si, au point de vue français, le Simplon a marqué un progrès sur le Gothard, il serait encore possible de favoriser davantage nos voies ferrées en ouvrant une nouvelle percée plus méridionale à travers les Alpes françaises. Chacun connaît les inconvénients du Mont-Cenis et principalement l'altitude élevée du tunnel, et son insuffisance pour assurer le trafic franco-italien. Les avis diffèrent sur le nouveau point à percer : Mont-Blanc et Petit-Saint-Bernard ou doublement du Cenis. Laissant de côté les deux dernières solutions, M. Stéphani, auteur d'un projet de percement du Mont-Blanc, expose en détail les conditions techniques et s'attache à en démontrer les avantages économiques. C'est un plaidoyer *pro domo* où l'on trouvera tous les arguments qui peuvent être invoqués en faveur de cette solution.

PIERRE CLERGET.

DÉPARTEMENT DE L'AGRICULTURE AUX INDES NÉERLANDAISES. **Mededeelingen van het Laboratorium voor plantenziekten** (*Communications du Laboratoire pour les maladies des plantes*), n° 28.

A. A. L. Rutgers : Heveakanker (LE CHANCRE DE L'HEVEA). — *1 brochure in-8° de 49 pages avec 15 figures* (*Résumé en anglais*). *Batavia*, 1917.

Le chancre de l'*Hevea* se manifeste sous deux formes : l'une caractérisée par l'apparition de taches lie de vin sur l'écorce, l'autre reconnaissable à des stries verticales, noires, qui s'étendent graduellement. La maladie débute généralement dans le voisinage des incisions faites pour récolter le latex ; elle conduit au dépérissement et à la pourriture de portions plus ou moins étendues de l'écorce. L'auteur démontre, par des expériences

d'inoculation, que l'une et l'autre forme du chancre sont dues à un organisme parasite, le *Phytophtora Faberi* Maubl., la même Péronosporée qui provoque le chancre et la pourriture des fruits du cacaoyer. Les taches lie de vin apparaissent sur l'arbre après l'introduction d'un fragment de mycélium dans une blessure de l'écorce adulte; les stries noires se montrent dans le voisinage d'incisions, que l'on a badigeonnées d'eau tenant en suspension des conidies. Fréquemment, à quelque distance des incisions, le symptôme stries noires passe au symptôme taches lie de vin.

Quand les taches ont disparu, et que l'écorce sous-jacente est morte, il se forme généralement autour des tissus attaqués un manteau de cambium secondaire. Celui-ci donne naissance à du bois et peut rester actif pendant plusieurs mois, des années même. C'est ainsi que s'explique l'apparition de nodules ligneux et de tumeurs irrégulières, caractéristiques pour les arbres ayant eu le chancre.

Pour combattre la maladie, les mesures préventives sont encore les meilleures : éclaircir les plantations, enlever ce que l'on cultivait entre les *Hevea*, et, comme l'humidité trop forte est favorable à l'envahissement par le parasite, drainer le sol. Le traitement consiste à exciser les taches rouges, enduire les stries noires de carbolineum, et ne pas soustraire de latex, provisoirement, aux troncs attaqués.

Ed. V.

3° Sciences médicales

Richet (Charles), *Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Paris.* — **La Sélection humaine.** — *1 vol. in-8° de 262 p. de la* Bibliothèque scientifique internationale (*Prix cart. : 6 fr. 60*). *Librairie Félix Alcan, Paris*, 1919.

Apert (Dr). — **L'Hérédité morbide.** — *1 vol. in-18 de 306 p. de la* Bibliothèque de Philosophie scientifique (*Prix : 5fr.50*). *Eug. Flammarion, éditeur, Paris*, 1919.

L'idée qui sert de point de départ au Prof. Richet, dans le premier de ces ouvrages, c'est que le progrès de l'humanité ne peut provenir que d'un développement de la science, et que la science ne grandira que si l'homme peut faire grandir l'intelligence humaine. Le progrès se ramène donc à la création d'une race humaine plus saine et plus vigoureuse, mais surtout plus intelligente.

Or cette évolution ne s'accomplira que par la sélection, voulue et méthodiquement pratiquée par l'homme, et sans laquelle notre race est condamnée à la stagnation, sinon à la décadence. La sélection utilise un fait positif, l'hérédité. En règle générale, des parents vigoureux et intelligents donneront naissance à des enfants également vigoureux et intelligents. Et il semble hors de doute que, par un effort sélectif prolongé, portant sur un certain nombre de générations et éliminant sans pitié tous les reproducteurs médiocres au double point de vue physique et intellectuel, l'homme arriverait à se constituer en une race humaine vigoureuse et intelligente.

Comment arriver pratiquement à ce but? Le grand effort des sociétés civilisées actuelles consiste surtout à protéger les faibles, les infirmes, les incurables, etc., et à leur permettre de perpétuer leur race, qui ne peut être composée que d'enfants chétifs et tarés. Le plus souvent, la Nature se charge de faire disparaître ces dégénérés. Mais il y a lieu d'appuyer l'effort sélectif de la Nature, et d'empêcher l'humanité de se dégrader, et le seul moyen, c'est la prohibition de la procréation.

On peut y arriver de deux façons: par la stérilisation ou la castration, remède absolu, mais qui ne semble pas près d'entrer dans nos mœurs, quoique adopté déjà par un Etat au moins de la grande République américaine, ou par l'interdiction du mariage aux défectueux. A ce sujet, le Prof. Richet réclame non seulement des prohibitions individuelles, mais aussi des prohibitions ethniques. A ses yeux le principe de l'égalité des races humaines est une immense erreur; la race noire et même la race jaune sont absolument inférieures à la race blanche: les nègres n'ont rien apporté au patrimoine intellectuel de l'humanité; les jaunes ont produit une très antique civilisation, mais qui s'est arrêtée depuis 25 siècles dans son évolution, et le réveil du Japon en ces dernières décades prouve seulement la puissance d'assimilation et d'adaptation des jaunes, mais non leur force créatrice, qui est faible ou nulle. D'ailleurs le mélange de la race blanche avec les autres races a toujours eu des résultats déplorables : les métis ont toujours été des êtres médiocres, malgré quelques brillantes exceptions. Il faudrait donc sévèrement interdire aux blancs le mariage avec tout individu d'une autre race, si l'on veut conserver intacte notre « intelligence de blancs », supérieure à toutes les autres.

Mais ces mesures ne seront que conservatrices ; elles empêcheront la dégradation et la décadence de la race blanche, elles n'aboutiront pas à la création d'une humanité supérieure. Pour faire progresser physiquement et intellectuellement l'être humain, il faudra de bonne heure et sans relâche exercer le corps et l'intelligence des enfants ; il faudra ensuite ne pas permettre à ceux qui embrassent les carrières intellectuelles de laisser leurs muscles s'affaiblir, ni aux travailleurs manuels de laisser leur intelligence s'étioler ; surtout, il faudra que l'intelligence des femmes soit cultivée ; « après les avoir tenues pendant des siècles dans une sujétion humiliante, il est temps de leur donner la même nourriture intellectuelle qu'aux hommes ; à laisser les femmes dans l'hébêtement, on ne peut attendre qu'une descendance hébétée ».

Tout l'effort social de l'avenir devrait donc résolument porter sur l'éducation des jeunes : formation du caractère, grandissement de l'intelligence, développement du corps. Et, pour opérer la sélection, l'auteur propose que ceux qui dépasseront les autres soient avantagés au point de vue du mariage, tandis que ceux qui n'atteindront pas un certain niveau d'intelligence ou de vigueur ne seront pas autorisés au mariage.

C'est aussi de l'avenir de la race, et particulièrement de l'influence qu'exerce sur celui-ci l'hérédité morbide, que s'occupe le Dr Apert dans le second ouvrage que nous allons analyser.

Par *hérédité morbide* on entend l'existence, chez un individu, d'un trouble de la santé dont l'origine est attribuable à un état de maladie d'un ou plusieurs ascendants. Dans certains cas cette hérédité est *similaire*, c'est-à-dire que la forme morbide est la même chez le descendant et l'ascendant, comme dans le groupe curieux des maladies familiales : atrophie musculaire progressive, hématurie familiale, atrophie essentielle du nerf optique, daltonisme, etc. On se trouve ici en présence de l'hérédité vraie, identique à l'hérédité des caractères normaux, et obéissant par conséquent aux lois de Galton et de Naudin-Mendel. La connaissance de ces lois a permis d'énoncer un certain nombre de règles dont l'application aurait pour résultats d'empêcher le retour de la maladie dans la descendance des familles atteintes.

Mais, dans la grande majorité des cas, l'hérédité morbide est *dissemblable*, c'est-à-dire que la maladie du descendant est différente, au point de vue nosologique, de la maladie de l'ascendant. L'hérédité morbide est ici le résultat d'actions intercurrentes qui troublent l'évolution naturelle. L'œuf humain est le résultat de la conjugaison d'un élément paternel, le spermatozoïde, et d'un élément maternel, l'ovule, sur qui retentit l'état de santé du père et de la mère, les intoxications ou les infections dont ils peuvent être atteints; en outre, pendant tout le cours de son développement, l'embryon, qui reste attaché à la mère, continue à subir l'influence de l'état pathologique de cette dernière. Il y aura alors *hérédo-intoxication*, à laquelle peut venir s'ajouter l'*hérédo-infection*, lorsque le microbe,

transmis par la mère au fœtus à travers la paroi placentaire, vient agir pour son propre compte sur l'enfant infecté.

Parmi les hérédo-intoxications, le Dr Apert étudie surtout l'hérédité alcoolique, — qui peut provenir aussi bien du père que de la mère, et dont les conséquences se manifestent surtout sur le système nerveux des enfants par l'apparition de maladies telles que: idiotie, convulsions, épilepsie, troubles mentaux divers, folie, — puis l'hérédité des tabagiques, des morphinomanes, des saturnins.

En ce qui concerne l'hérédité infectieuse, l'auteur s'arrête d'abord à l'hérédité tuberculeuse. Pour lui, la grande fréquence des manifestations tuberculeuses chez les enfants de parents atteints de tuberculose pulmonaire ne peut s'expliquer par une hérédité de graine, possible mais très rare venant de la mère, et plus inexplicable encore venant du père, non plus que par une hérédité de terrain, les enfants jouissant plutôt d'une résistance spéciale à cette infection; elle semble provenir uniquement de la contagion, qui est particulièrement facile et répétée chez les enfants des tuberculeux. Par contre, l'hérédo-intoxication (par les toxines du microbe) produit chez les descendants de tuberculeux une proportion exagérée de malingres, de mal bâtis, de mal conformés : c'est l'hérédodystrophie paratuberculeuse.

La syphilis est une maladie essentiellement héréditaire. En règle générale, tout enfant né d'une femme atteinte de syphilis virulente, que la contamination date des premiers mois de la grossesse ou remonte à plusieurs années, est atteint lui-même de syphilis virulente, le placenta se laissant très facilement traverser par le tréponème; ce n'est que si la contamination a eu lieu dans le dernier mois de la grossesse que l'enfant naît généralement sain. La syphilis de l'embryon ou du foetus entraîne le plus souvent rapidement la mort, et la grossesse s'interrompt alors par un avortement. Le traitement antisyphilitique, lorsqu'il est régulièrement suivi et assez longtemps (au moins 4 années), atténue suffisamment les conséquences fâcheuses de la maladie pour que la femme contaminée puisse donner naissance à des enfants sinon complètement normaux, du moins exempts de syphilis virulente. Ils peuvent néanmoins être tarés d'une autre façon, par l'action des toxines qui, à défaut du micro-organisme syphilitique, ont traversé le placenta. Les anomalies provoquées par celles-ci — ou hérédodystrophies parasyphilitiques — sont surtout morphologiques et fonctionnelles: déformations du crâne, lésions dentaires et oculaires, déformations osseuses, etc. L'auteur, pour terminer ce chapitre, réfute la conception de l'hérédo-syphilis paternelle exclusive : la transmission du virus du père à l'enfant ne peut se faire que par l'intermédiaire de la contamination maternelle.

Il nous est impossible d'insister sur l'hérédité du cancer, sur laquelle on est d'ailleurs aussi mal renseigné que sur la nature même de cette maladie; sur l'hérédité des maladies locales, nulle pour les mutilations, et qui rentre dans le cas des maladies familiales pour certaines affections du foie, des os, de la vue et de l'ouïe; sur celle des affections des glandes endocrines, à laquelle se rattache l'hérédité des tempéraments et des diathèses.

Au point de vue de l'hérédité, un certain nombre de groupes doivent être constitués dans l'ensemble des maladies nerveuses et mentales. Les affections familiales du système nerveux s'héritent selon les lois de Galton-Mendel. Les affections parasyphilitiques du système nerveux n'ont par elles-mêmes aucune influence sur la descendance. Les affections organiques du système nerveux : hémorragie cérébrale, paralysie infantile, méningite, ont une hérédité variable selon leur origine et leur nature. Dans le grand groupe des névroses, le tempérament névropathique est souvent familial et s'hérite suivant les lois de Galton-Mendel; l'hystérie se développe à la fois du fait d'influences héréditaires et d'influences accidentelles; dans la genèse de l'épilepsie, on peut le plus souvent mettre en relief l'absinthisme, parfois la syphilis d'un des parents; la neurasthénie, les convulsions ne se développent guère que sur un terrain névropathique; pour la chorée, l'influence rhumatismale prédomine. Enfin, dans les psychoses (aliénation mentale, etc.), l'hérédité est de beaucoup l'élément étiologique le plus important; à ce point de vue, la criminalité est assimilable aux psychoses.

La mise en lumière des phénomènes de l'hérédité morbide a conduit certains auteurs à la conception d'une dégénérescence progressive de l'espèce humaine. Le Dr Apert consacre les derniers chapitres de son livre à montrer ce que, d'après lui, cette doctrine a d'excessif et comment la connaissance des phénomènes de l'hérédité et de la sélection, de l'influence des milieux et les applications qui en découlent permettent de lutter contre les conséquences fâcheuses de l'hérédité morbide : c'est là d'ailleurs l'un des buts d'une science nouvelle, l'Eugénique. En somme, la dégénérescence ne paraît pas devoir être plus fixe que les autres modifications dues au milieu biologique. Elle ne saurait donc avoir pour la descendance de conséquences irrémédiables, surtout si l'on soustrait les générations nouvelles aux causes dont ont souffert les ascendants.

Envisageant la lutte pratique contre l'hérédité morbide, l'auteur signale d'abord les moyens préconisés pour entraver la reproduction des individus tarés : la stérilisation des aliénés, des criminels, etc., appliquée aux Etats-Unis, et la réglementation du mariage en vigueur dans certains états du même pays et depuis 1919 en Norvège. Il lui semble toutefois qu'il n'y a pas grand'chose à attendre des lois sans une réforme des mœurs : l'examen médical des deux futurs époux avant le mariage devrait être exigé par les familles tant dans l'intérêt des personnes en cause que dans celui de leur postérité; c'est là heureusement une pratique qui tend à s'introduire dans plusieurs pays. La lutte contre l'hérédité morbide doit se compléter par des mesures de protection de la femme enceinte et de la première enfance, et par l'admission, au nombre des causes du divorce, de l'existence d'une maladie héréditaire d'un des conjoints. Enfin, il faudrait intensifier la lutte contre les principales maladies génératrices de l'hérédité morbide : alcoolisme, syphilis, tuberculose.

A l'heure où les hécatombes de la grande guerre de 1914-1918 viennent d'appauvrir l'humanité de millions d'individus dont beaucoup appartenaient à une élite, les peuples se doivent plus que jamais de prendre toutes les mesures nécessaires à la conservation et au perfectionnement de la race. Peut-être les appréhensions du Prof. Richet relativement à la décadence de celle-ci sont-elles trop pessimistes, et la sélection naturelle, ainsi que le changement des conditions de milieu, sont-ils suffisants à l'empêcher dans une grande mesure; le Dr Apert nous paraît ici plus près de la réalité. La lutte contre toutes les causes de dégénérescence n'en est pas moins nécessaire et urgente. On peut différer d'opinion sur le choix des méthodes à employer et penser, par exemple, que les mesures de réglementation du mariage n'aboutiront qu'à augmenter le nombre des unions libres et des naissances illégitimes, sans aucun profit pour la race. C'est qu'il y a ici peut-être avant tout un problème moral, dont la solution dépend d'une éducation des masses qui est presque tout entière encore à faire. Des ouvrages comme ceux de MM. Richet et Apert, en attirant l'attention du public sur ces questions, y contribueront dans une bonne mesure.

Dr A. Wauclin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Septembre 1919

1° Sciences physiques. — MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch** : *Propriétés réfractaires des produits alumineux.* On sait que les briques de bauxite ne peuvent pas lutter avec les briques de silice dans la construction des fours d'aciérie, bien que la silice soit infiniment plus fusible que l'alumine. Les auteurs, par des expériences de résistance à l'écrasement à chaud, montrent que cela tient à ce que tous les produits alumineux deviennent plastiques aux températures comprises entre 1.200° et 1.500°. L'alumine, complètement infusible à ces températures, nage dans un magma fondu qui permet à ses grains de glisser l'un contre l'autre; la masse n'a plus aucune cohésion. Aux mêmes températures, la silice, quoique bien plus fusible, résiste parfaitement parce que la cristallisation de la tridymite a donné naissance à un réseau au milieu duquel se loge le magma fondu sans en modifier la continuité. Les auteurs, en agglomérant l'alumine avec 20 % de bauxite blanche ou 10 % de kaolin, ont cependant constitué des briques qui ne se ramollissent pas encore à 1.600° et permettent la construction de petits fours de laboratoire. — MM. **L. Guillet, J. Durand** et **J. Galibourg** : *Contribution à l'étude de la trempe de certains alliages d'aluminium.* Les auteurs ont reconnu que la trempe des alliages connus sous le nom de *duralumin* produit le maintien de l'état stable à température élevée et que la dureté est acquise par un revenu qui peut se produire lentement à la température ordinaire, mais dont la vitesse est augmentée par une élévation de température ne dépassant pas 200°. Il existe donc un parallélisme frappant entre le mécanisme de la trempe de cet alliage et de celle des aciers.

2° Sciences naturelles. — M. **A. Carpentier** : *Sur les fructifications du* Sphenopteris herbacea *Boulay.* L'auteur a découvert à la fosse de Roeulx des mines d'Anzin des portions stériles et fertiles du *Sphenopteris herbacea*, avec tous les passages des unes aux autres. L'étude de ces fructifications montre que cette plante rentre dans le genre *Urnatopteris* de Kidston. — M. **L. Daniel** : *Sur la stabilité et l'hérédité des* Cratægomespilus *et des* Pirocydonia. Les *Cratægomespilus* (hybrides de greffe entre Néflier et Epine blanche, nés sur le bourrelet de la greffe) ont une stabilité incomplète et présentent à des degrés divers la disjonction des caractères parentaux, morphologiques et physiologiques; bien qu'en apparence bien conformés au point de vue sexuel, ils sont stériles: ce sont des mulets de greffe. Les *Pirocydonia* (hybrides de greffe de Poirier et Cognassier) sont au contraire stables; mais chez eux la sexualité semble avoir complètement disparu. — M. **V. Galippe** : *Résistance des agents vivants intra-cellulaires à l'action de certaines substances chimiques.* Ni la glycérine, ni l'alcool, ni le chloroforme, ni le temps ne détruisent les microzymas des tissus. Ces différents facteurs peuvent seulement diminuer ou suspendre leur activité. — M. **M. Herlant** : *Nouvelles recherches sur l'action inhibitrice exercée par le sperme de Mollusque sur la fécondation de l'œuf d'Oursin.* La propriété inhibitrice du sperme de *Mytilus* semble due à la présence d'une substance qui se fixe sur les spermatozoïdes du *Paracentrotus*. L'action inhibitrice résiste à une température de 43° ou de 60° : elle disparaît par l'ébullition. Elle peut être déviée : il suffit pour cela d'ajouter au mélange un troisième sperme ne possédant aucune action inhibitrice vis-à-vis du sperme d'Oursin, tel que le sperme de *Sabellaria*, lequel fixe alors la substance agglutinante du sperme de *Mytilus* et rend la liberté au sperme de *Paracentrotus*.

Séance du 22 Septembre 1919

M. le Président annonce le décès de M. **G. Retzius**, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences physiques. — M. **G. Sagnac** : *Ether et mécanique absolue des ondulations.* Généralisant la relativité newtonienne de la matière, l'auteur étend à l'énergie de radiation l'existence d'un temps dynamique et d'un espace absolus et universels. Il arrive ainsi à des lois absolues et rigoureuses, qui concilient les hypothèses opposées des diverses théories de l'éther et de la matière en les rattachant à une synthèse purement mécanique. — M. **L. Bruninghaus** : *Sur les conditions d'excitation de la fluorescence.* Les phénomènes de phosphorescence et de fluorescence sont caractérisés par cette propriété particulière que le *rendement* du processus d'excitation est maximum lorsque la solution est très diluée et la radiation excitatrice très faiblement absorbée. — MM. **J. Guyot** et **L. J. Simon** : *Action des hydrates et oxydes métalliques et des carbonates alcalino-terreux sur le sulfate diméthylique.* KOH en solution méthyl-alcoolique réagit sur le sulfate diméthylique en solution dans le même solvant en fournissant presque quantitativement le méthyl-sulfate de potassium. La baryte ou la chaux, en présence d'un excès d'eau, donnent de même le méthylsulfate correspondant, tandis que la baryte et la chaux vive n'ont aucune action sur le sulfate diméthylique. La baryte et la chaux éteinte donnent un dégagement d'oxyde de méthyle. En présence des carbonates alcalino-terreux, le sulfate diméthylique distille dans quelques cas sans altération, dans d'autres avec formation d'oxyde de méthyle. — M. **J. Delpech** : *Sur les poudres sans flammes.* Les poudres B atténuées à la vaseline ou à l'huile lourde de pétrole permettent d'éteindre parfaitement les lueurs produites par les canons de 75, 105, 120 long et 155 long. Moyennant des modifications convenables de vivacité et de charges, l'emploi de ces poudres permet de réaliser les vitesses courantes avec les pressions normales. Il y a lieu de noter que les additions de vaseline exercent en plus de l'action antithermique une puissante action stabilisante sur les poudres B.

2° Sciences naturelles. — M. **Bourgeat** : *Sur la découverte de schistes charbonneux sur les bords de la Serre.* L'auteur signale la découverte d'une lentille de schistes charbonneux dans le Permien qui touche au massif primitif de la Serre au NE de Dôle. — M. **E. Chaput** : *Remarques sur les origines et la classification des* Desmoceras. L'auteur divise les *Desmoceras* en deux séries. La première comprend 4 groupes, représentés par *D. Beudanti*, *D. Sayni*, *D. difficile* et *D. cassida* ; les formes de ces quatre groupes peuvent être rattachées aux premières *Leopoldia* dont les tours deviendraient plus embrassants et dont l'ornementation s'atténuerait. La seconde renferme 3 groupes, représentés par *D. Mayorianum*, *D. latidorsatum* et *D. Rebouli* ; les formes de ces groupes paraissent dériver, par l'atténuation de l'ornementation, des *Spitidiscus* valanginiens. Ces deux séries ont, semble-t-il, une origine commune dans les *Idoceras* Burckhardt du Kimméridgien du Mexique. — M. **F. Morvillez** : *L'appareil conducteur foliaire des Hamamélidacées et des formes voisines.* L'appareil conducteur foliaire des Balsamiflées se rattache à celui des Hamamélidacées par l'intermédiaire des Bucklandiées. Les Platanes présentent, avec cet ensemble de types, un certain nombre d'analogies. — M. **J. Dufrénoy** : *Sur les tumeurs bactériennes expérimentales des Pins.* L'action des *Coccus* sur le Pin, d'abord excitante, provoque le développement d'hyperplasies, de cellules comblantes dans les lacunes ou dans les canaux, et de thylles, surtout au bord des rayons médullaires. Enfin

suit la fonte résineuse des tissus. — M. G. Bazile : *Nouveaux procédés de destruction des Acridiens.* De tous les moyens expérimentés par l'auteur dans la lutte contre les criquets (lance-flammes, produits toxiques, appâts empoisonnés), le lance-flammes semble appelé à rendre le plus de services. Son emploi doit être recommandé et généralisé, dès l'an prochain, avec l'aide de la main-d'œuvre militaire. — M. P. Godin : *Différence de progression de l'indice de croissance x dans le sexe masculin et le sexe féminin.* La progression de l'indice de croissance x chez la fille est groupée, précoce, prépubertaire; chez le garçon, elle est dispersée, tardive, postpubertaire, ou tout au moins péripubertaire. Les partisans de la coéducation doivent tenir compte de ce facteur biologique : c'est d'après l'indice de croissance x et non d'après l'âge qu'il faut grouper les enfants des deux sexes.

Séance du 29 Septembre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. A. Riccò : *Latitudes héliographiques des protubérances solaires* (1880-1918). L'auteur résume les observations spectroscopiques des protubérances faites aux Observatoires de Palerme et de Catane pendant 40 ans. L'allure générale des latitudes des protubérances est semblable à celle des taches; mais les premières sont toujours plus élevées que les secondes (de 15° à 30°). Les minima des latitudes des protubérances ont lieu un peu après les maxima de leur fréquence dans la période undécennale et les maxima des latitudes ont lieu près de l'époque des minima de la fréquence, en accord avec la loi de Carrington et de Spörer pour les latitudes des taches. En somme, la cause première de la périodicité des phénomènes solaires est la même pour tous et agit régulièrement et de la même manière pour les produire.

2° Sciences physiques. — M. Grard : *Traitements thermiques d'alliages d'aluminium.* L'auteur recommande deux traitements : 1° celui qui donne au métal le maximum de malléabilité ou *traitement d'adoucissement*, correspondant au chauffage à 350° avec vitesse de refroidissement de 100° à l'heure; 2° celui qui donne au métal les propriétés de résistance maximum ou *traitement final*, correspondant au chauffage à 475° avec trempe à l'eau. — MM. A. Blondel et Touly : *Sur de nouveaux dispositifs amplificateurs potentiométriques universels.* Les auteurs ont déjà décrit divers montages permettant de combiner des audions amplificateurs avec les différentes méthodes de mesure antérieurement connues pour la mesure des faibles différences de potentiel. Ils ont remplacé depuis les ponts de Wheatstone ordinaires par des dispositifs potentiométriques où les batteries forment une partie des potentiomètres, et pour réduire le nombre des batteries ils ont utilisé le principe de la régénération d'Armstrong. Ils ont pu obtenir ainsi une sensibilité aussi grande qu'on peut la désirer sur n'importe quel instrument de mesure en courant continu ou alternatif. — M. C. Benedicks : *Thermo-électricité du mercure liquide démontrée au moyen du galvanomètre.* Par la méthode d'étranglement stationnaire, modifiée de façon à se combiner avec l'emploi d'un galvanomètre, l'auteur a confirmé l'existence de courants thermo-électriques de première espèce dans le mercure liquide soumis à une chute de température asymétrique. Dans tous les cas, l'effet est pour le mercure (—) de signe contraire à celui du cuivre (+). L'intensité des forces thermo-électriques de première espèce du mercure augmente bien plus rapidement que les chutes de température. — M. J. Delpech : *Sur les lueurs produites par le tir de l'artillerie. Procédé général d'extinction de ces lueurs.* L'énorme globe de flammes incandescentes qui se forme à la bouche des canons au moment du tir est dû à la haute température de certains gaz provenant de la combustion de la poudre (CO et CH^4), qui provoque leur auto-inflammation. On peut empêcher la formation de la lueur en refroidissant suffisamment les gaz de la poudre. On y arrive le mieux en incorporant à la charge un composé carboné, tel que la vaseline, qui réagit sur CO^2 en absorbant de la chaleur. Pour les canons jusqu'au 75, il suffit de graisser le projectile; pour les canons de 155, il faut graisser la surface entière des gargousses avec une quantité de vaseline atteignant 10 % du poids de la charge.

3° Sciences naturelles. — S. A. S. Albert, prince de Monaco : *Les mines errantes sur l'Atlantique nord.* Depuis la fin des hostilités, 33 mines ont été rencontrées dans l'Atlantique nord, dont 26 dans la région des Açores, revenant d'Amérique après un flottage de 4 années dans la circulation du grand courant océanien. Ces découvertes confirment les précédentes conclusions de l'auteur sur la circulation des mines errantes dans l'Atlantique et les zones dangereuses qui persisteront encore pendant de nombreuses années (voir p. 59). — M. P. Thiéry : *Quelques observations nouvelles sur les débris de nappe (klippes) de la plaine d'Alais (Gard).* L'auteur a trouvé dans la vallée de l'Avène un klippe s'étendant sur plus de 3 km. et formé d'Urgonien reposant sur de l'Hauterivien, tous deux fortement mylonitisés. Ses observations confirment pleinement les conclusions de MM. Termier et Friedel : les klippes de la plaine d'Alais sont des débris posés sur le Tertiaire, d'une nappe d'Eocrétacé réduite presque entièrement à l'état de mylonite. — Mlle M. Goldsmith : *Le comportement du Convoluta roscoffensis en présence du rythme des marées.* Les *Convoluta* restent étalées à la surface du sol aussi longtemps qu'une couche d'eau suffisante les recouvre, c'est-à-dire toujours, sauf une période de temps qui se place vers la fin de la marée basse. Cette période se confondant pratiquement avec celle où la mer approche, on a été amené à expliquer les mouvements des *Convoluta* par l'action d'un facteur à venir, tandis qu'ils résultent en réalité d'une cause actuelle. — M. F. Ladreyt : *Dédifférenciation physiologique et rajeunissement cellulaire dans l'épithélium intestinal.* 1° Les cellules à plateau et les éléments muqueux de l'intestin sont génétiquement dépendants et présentent une alternance de fonction consécutive à leur dédifférenciation physiologique. 2° Dans les régions épithéliales où le surmenage physiologique paraît neutraliser les facultés mitosiques des noyaux (sommet des villosités), l'intégrité morphologique et fonctionnelle des cellules intestinales est assurée par la greffe leucocytaire qui a pour résultante le rajeunissement de l'élément épithélial.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Juin et Juillet 1919

MM. G. Fron et Lasnier présentent quelques renseignements *sur les tumeurs de la Luzerne* produites par l'*Urophlyctis alfalfæ*. Ce parasite abrège la durée des luzernières de 4 ou 5 ans. Cette maladie, qui avait été trouvée il y a 4 ou 5 ans près de Paris, existe aujourd'hui dans le Vendômois. — MM. A. Gouin et P. Andouard communiquent les résultats de leurs expériences *sur les dépenses de la croissance chez les Bovins.* Les animaux déjà grands ne consomment que les 3/5 des rations prescrites par les normes allemandes généralement adoptées. Les aliments prennent, dans le tube digestif, une allure de digestion qui leur est propre; leur volume et leur richesse en eau doivent intervenir pour modifier la quantité de matière sèche nécessaire à la nutrition de 100 kilogs de poids vif. — M. Schribaux : *Sur la plantation estivale des pommes de terre.* L'auteur donne les indications suivantes : détruire une partie des yeux, exposer les tubercules à la lumière pour avoir quelques germes vigoureux. L'expérience indique que jusqu'au mois d'août on peut faire la plantation en terre fertile et obtenir 4 à 5 fois la semence. — M. Moussu expose la question *de la vente des chevaux galeux de l'Armée.* Beaucoup de ces chevaux ont été vendus pour la boucherie, ce qui représente une perte de plus de 1.000 fr. par rapport au prix ordinaire. Mais d'autres ont été vendus à la culture et ont propagé la maladie. Il existe divers traitements antiparasitaires excellents lorsqu'ils

sont appliqués avec soin. L'auteur recommande l'huile saturée d'acide sulfureux (5 à 10 °/₀). — M. le Dr **Feytaud** a étudié l'*action de la chaleur et de la sécheresse sur la Cochylis*. Ce sont des observations faites dans le Bordelais de 1909 à 1919. Un graphique les résume d'une façon très claire et montre que la Cochylis est particulièrement sensible aux variations de température et d'humidité. Elle trouve les convenances les meilleures pour son développement dans les étés frais et humides (1909 et 1910). Elle est, par contre, éprouvée et réduite par les étés chauds et secs (1916, 1911, 1918). — MM. **G. Fron** et **M. Rigotard** ont rédigé une note *sur l'amélioration de la flore fourragère au Maroc*. Ils appellent l'attention sur le *Lotus arenarius* qui peut faire l'objet d'une culture spéciale introduite dans l'assolement avant une céréale. M. **Hickel** donne des indications sur les travaux de la Station des recherches forestières de la Suède : recherches sur les Pins sylvestres, écologie des sols forestiers, introduction des Mélèzes de diverses espèces. C'est le Mélèze de Sibérie qui convient le mieux au Nord et au Centre de la Suède. Le Mélèze du Japon convient au Sud. Les insectes parasites des Cônes d'Épicea et de Pin ont aussi fait l'objet de mémoires importants. — M. **Adrien Berget** étudie *la protection des vignobles d'Alsace-Lorraine et la reconstitution des vignobles septentrionaux éprouvés par la guerre*. Les premiers, représentant 30.000 hectares environ, pourraient bénéficier d'un fonds de défense et de reconstitution de 12 à 15 millions de francs par an, obtenu à l'aide d'une surtaxe de protection locale qui frapperait la circulation des vins importés en Alsace-Lorraine. Les vignobles détruits par la guerre sont groupés autour de la montagne de Reims, les côtes de Verdun et le grand Couronné de Nancy. D'après les chiffres de notre élève J. Riston (1910), cela représente 5.000 hectares dévastés en Lorraine, et, au total, 15.000 à 20.000 ha. de l'Ourcq à Altkirch. La restauration pose des problèmes aussi bien au point de vue financier qu'au point de vue cultural : les frais de culture étaient avant la guerre de 1.000 fr. à l'ha. en Lorraine et 3.000 à 3.500 fr. en Champagne; au taux de 1920 ce seront des frais qui vont s'élever de 400 °/₀, et devenir de 4.000 à 15.000 fr. L'auteur, abordant le problème cultural, envisage la nécessité d'un Office de la reconstitution viticole. Pour les recherches et hybridations nouvelles, il souhaite la création à l'Université de Nancy d'un *Institut de Viticulture septentrionale*, qui aborderait toutes les questions intéressant les vignobles situés au-dessus de 45° de latitude nord. L'Office régional agricole du Nord-Est pourrait certainement prendre la direction de recherches de ce genre. — M. **J. Dybowski** présente une note sur *la production coloniale des matières grasses*. La statistique indique environ 14.000.000 de tonnes de graines oléagineuses pour les colonies et pays chauds, alors que l'Europe ne produit que 1/10 de ce chiffre. L'Europe est donc sous la dépendance de la production tropicale, dont les Alliés représentent 9/10 environ. — M. **L. Lindet** préconise *l'emploi de la mélasse de canne comme engrais*. On la déverse sur les fumiers pour en faire un compost dit « saccharogène », pouvant produire des élévations de rendement de 5 à 10 °/₀.

(*A suivre.*) Ed. Gain.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Mars 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **Jan de Vries** : *Une involution dans l'espace à rayons, déterminée par une congruence bilinéaire de courbes gauches biquadratiques elliptiques*. — M. **L. E. J. Brouwer** : *Sur des involutions topologiques*. — MM. J. Cardinaal et H. A. Lorentz présentent un travail de M. **J. A. Schouten** : *Sur des développements en série de grandeurs covariantes et contravariantes de degré supérieur dans le groupe linéaire homogène*. — MM. J. C. Kluyver et W. Kapteyn présentent un travail de M. **J. Droste** : *Sur des équations intégrales liées à des équations différentielles*. — MM. L. E. J. Brouwer et H. A. Lorentz présentent un travail de M. **H. B. A. Bockwinckel** : *Sur le théorème de Mac Laurin dans le calcul fonctionnel*. II. — M. **W. de Sitter** : *Théorie des satellites de Jupiter. I. L'orbite intermédiaire*. Développement de la théorie esquissée dans les comptes rendus du 23 mars 1918. — MM. W. de Sitter et J. C. Kapteyn présentent un travail de M. **J. Woltjer Jr.** : *Sur les termes de perturbation dans le mouvement d'Hypérion, qui sont parallèles à la première puissance de l'excentricité de Titan*. — MM. W. de Sitter et J. C. Kapteyn présentent un travail de M. **A. Pannekoek** : *Examen d'une nébuleuse de la Voie lactée dans Aquila*. Numération d'étoiles sur quelques photographies faites de la nébuleuse au N. W. de γ Aquilae, en vue de soumettre au contrôle une méthode photographique pour obtenir des données concernant l'augmentation de la densité stellaire correspondant à une diminution de la netteté limite.

2 Sciences physiques. — MM. H. A. Lorentz et J. D. van der Waals présentent un travail de M. **J. D. van der Waals Jr.** : *Sur la théorie du frottement interne des fluides*. II. Etude des modifications que l'écoulement d'un gaz dans un champ de force produit dans la distribution des densités. Application au voisinage du point critique. — MM. W. H. Julius et J. P. van der Stok présentent un travail de M. **H. Groot** : *Sur la température effective du Soleil. Quelques remarques à propos d'un article de Defant sur la diffusion et l'absorption dans l'atmosphère solaire*. — MM. **C. A. Crommelin, J. Palacios Martines** et **H. Kamerlingh Onnes** : *Isothermes de substances monoatomiques et de leurs mélanges binaires. XIX. Isothermes du néon de 20° à — 217° C.* — MM. **H. Haga** et **F. Zernike** : *Sur des courants thermo-électriques dans le mercure*. Expériences contredisant l'existence d'un effet thermo-électrique découvert par C. Benedicks. — MM. P. Zeeman et S. Hoogewerff présentent deux travaux de M. **A. Smits** : *Sur le phénomène succédant à la polarisation anodique*. I (en collaboration avec MM. **G. L. C. La Bastide** et **J. A. van den Andel**) et II. Mesure du potentiel du fer immédiatement après l'ouverture du circuit, au moyen d'un commutateur tournant; après la polarisation anodique, la variation de potentiel du métal est de sens contraire à celle qui se produit durant le passage du courant. Le même phénomène fut observé pour le nickel et le chrome. Explication du phénomène. — MM. J. Boëseken et F. M. Jaeger présentent un travail de MM. **F. E. C. Scheffer** et **G. Meyer** : *Sur une méthode indirecte d'analyse d'hydrates de gaz par voie thermo-dynamique et son application à l'hydrate d'hydrogène sulfuré*. II. — MM. **F. M. Jaeger** et **J. J. Woldendorp** : *Recherches sur le principe de Pasteur concernant le rapport entre les dissymétries moléculaire et cristallographique*. IX. *Sur le malonate double de potassium et de chrome et sa scission en antipodes optiques*. — M. P. van Romburgh présente un travail de M. **A. W. K. de Jong** : *La trimorphie de l'acide allocinnamique*. Les arguments invoqués par Stobbe et Schönburg en faveur d'une isomérie chimique sont faux. Tous les résultats obtenus s'expliquent parfaitement par une trimorphie des acides allocinnamiques. — MM. J. Boëseken et J. P. Kuenen présentent un travail de M. **H. P. Barendrecht** : *L'uréase et la théorie de l'action des enzymes par rayonnement*. II. — MM. H. A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent un travail de M. **D. Coster** : *L'emploi de l'audion dans la télégraphie sans fil*.

3° Sciences naturelles. — M. **I. K. A. Wertheim Salomonson** : *Sur la mesure de la chronaxie*. Simplification des méthodes du condensateur et de l'inducteur.

J.-E. V.

Le Gérant : Octave Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 21 15 NOVEMBRE 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

La découverte des objets invisibles par les radiations calorifiques. — Dans la guerre de tranchées, l'activité était souvent considérable pendant la nuit; le « no man's land » était sillonné de patrouilles et de reconnaissances qui profitaient de l'obscurité pour essayer de se dissimuler à l'ennemi; seules, les fusées éclairantes venaient de temps en temps jeter quelques lueurs sur le terrain. Dès le début de 1918, les Américains recherchèrent s'il n'était pas possible de déceler la nuit par d'autres méthodes des hommes ou d'autres objets à la surface du sol, et en particulier par la radiation thermique qu'ils émettent lorsque leur température est supérieure à celle de leur entourage. Une méthode de ce genre présenterait, en effet, de grands avantages: seul un instrument récepteur est nécessaire; il n'est pas nécessaire de projeter un faisceau de radiations sur le corps, qui fournit lui-même son propre rayonnement sans pouvoir, à moins de précautions spéciales, l'empêcher de s'échapper et de déceler sa présence; en outre, l'individu aperçu n'a aucun moyen de se rendre compte qu'il est en observation. M. S. O. Hoffman, de la Division scientifique et de recherches de l'Armée américaine, a réussi à mettre au point un appareil fondé sur ces principes [1].

Cet appareil consiste en principe en une thermopile de Hilger, montée au foyer d'un miroir parabolique argenté de 36 cm., et un galvanomètre d'Arsonval. Le miroir est un miroir parabolique de projecteur de la Marine; la pile de Hilger a une surface sensible de 0,1 × 1 cm. et une résistance de 3 ohms; la sensibilité du galvanomètre est de 5 mm. par microvolt sur une échelle distante de 1 m.; sa période est de 6 secondes, et la résistance d'amortissement critique de 60 ohms. Ce dispositif décèle très facilement des hommes debout à une distance de 180 m. Un homme caché dans une dépression du terrain à une distance de 120 m. est infailliblement révélé dès qu'il montre la partie supérieure de sa tête au-dessus du sol. Ces résultats ont été confirmés au cours de différentes nuits et avec des arrière-plans différents.

D'autres essais avec un miroir de 10 cm. seulement ont donné de très grandes déviations (8 cm.) pour une cheminée distante de 90 m. Il décelait des hommes à 15 m., et permettait de distinguer entre le côté peint et le côté non peint d'une pièce de tôle par les nuits très claires. A des distances modérées, un homme ne peut traverser le champ de l'instrument, soit en rampant lentement, soit en courant, sans donner une indication marquée. Enfin, cet appareil permet de recevoir des signaux secrets, obtenus simplement en se couvrant et se découvrant le visage.

En général, lorsqu'on oriente l'instrument dans une série de directions différentes, on obtient une large déviation permanente, due à l'arrière-plan. Celle-ci doit être compensée par un potentiomètre à fil latéral, maintenant la tache lumineuse au centre de l'échelle.

Des essais préliminaires ayant montré que l'observation de la radiation thermique pouvait permettre de déceler des aéroplanes, par des nuits claires, un instrument spécial a été construit dans ce but, pourvu d'un miroir de 60 cm. monté de façon à pouvoir être orienté dans toutes les directions. Il porte des thermopiles « croisées », dont les éléments sont des piles séparées, isolées électriquement et reliées à des galvanomètres différents.

Des essais ont été faits en janvier 1919 à Langley Field (Virginie) par une nuit sombre, avec un aéroplane Curtiss volant à une altitude d'environ 1.100 m. à une vitesse de 90 km. à l'heure, en développant une puissance de 50 chevaux à peine. On n'a eu aucune difficulté à déceler l'avion ou à maintenir l'image obscure sur la pile. Les déviations étaient très prononcées; en moyenne 10 cm., avec un maximum de 25 cm. Elles n'étaient pas proportionnelles à la distance; elles paraissent dépendre de l'angle sous lequel se présente l'aéroplane. Le mouvement de la tache lumineuse débute brusquement, puis s'éteint graduellement, par suite de l'effet des gaz d'échappement chauds. Tant que le champ de l'instrument n'est pas traversé par des nuages, le galvanomètre est remarquablement uniforme; mais la moindre traînée de nuages produit un rayonnement chaud aussi fort que celui de l'avion.

1. *The Physical Rev.*, 2e sér., t. XIV, n° 2, p. 163; août 1919.

L'exploration du ciel en vue des aéroplanes est donc un peu incertaine. Toutefois la déviation provoquée par les nuages est d'une nature différente de celle que produit l'avion ; le départ brusque fait défaut.

Manomètre à levier optique. — La jauge de Mc Leod est utilisée depuis longtemps pour la mesure de pressions comprises entre plusieurs millimètres et un cent millième de millimètre de mercure. Dans deux cas principaux, toutefois, cette jauge n'est pas utilisable : lorsqu'on a affaire à des vapeurs et lorsqu'il faut enregistrer des variations rapides de pression. Dans le premier cas, la jauge de Mc Leod devient inutilisable du fait que la loi de Mariotte ne s'applique pas aux vapeurs. Dans le deuxième cas, la jauge de Mc Leod, dont le fonctionnement est lent, ne convient pas davantage.

MM. Shrader et Ryder[1] ont décrit récemment un nouveau modèle de jauge dont le principe est indiqué par la figure 1. On prend un manomètre à mercure, en U, constitué à la manière ordinaire, sauf que les surfaces du mercure ont des aires relativement grandes. Au dessus d'une des surfaces, à l'intérieur du tube, est disposé un levier optique supporté par les arêtes de deux couteaux *a-a*, quireposent sur des boucles de fil scellées dans les parois du tube; une perle de verre *b*, fondue à l'extrémité du bras de levier, agit comme un flotteur sur la surface du mercure, dont il transmet le mouvement au bras de levier. Un miroir M, fixé dans la position indiquée sur la figure, réfléchit, à la manière habituelle, un faisceau lumineux issu de la lampe *c*, sur une échelle *d*, dans le cas où la jauge doit être utilisée comme instrument indicateur. Si la jauge doit servir à enregistrer les variations de pression, on peut remplacer l'échelle par un dispositif photographique analogue à celui que l'on emploie pour l'obtention des oscillogrammes.

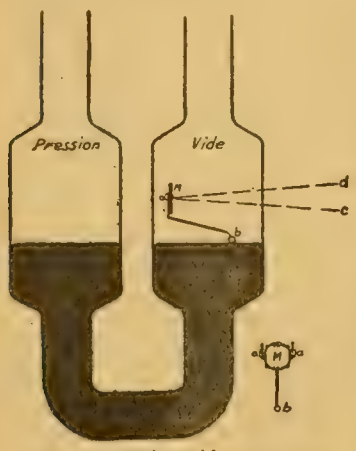


Fig. 1. — *Schéma du manomètre à levier optique.*

Sur la figure 2 on a indiqué comment on peut utiliser la jauge précédente. Le dispositif *e* permet de faire le vide dans le système tout entier au moyen d'une pompe branchée sur le tube situé à gauche du schéma. On peut ainsi lire rapidement le zéro, après quoi on introduit par le tube de droite les gaz ou les vapeurs dont on veut mesurer la pression.

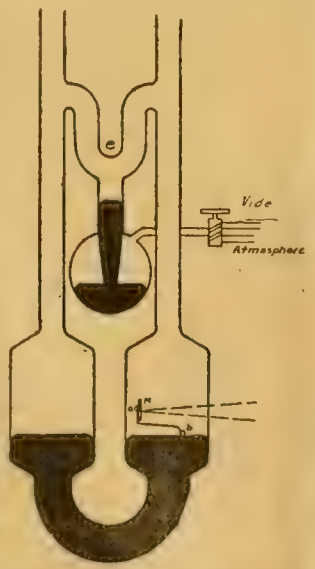


Fig. 2. — *Dispositif d'emploi de la jauge.*

Le dispositif permet également de mesurer de faibles variations de pression à partir d'une pression initiale quelconque, dont la valeur n'affecte en rien la sensibilité absolue.

Cette jauge peut fonctionner comme un instrument de mesures absolues, puisque la pression qui correspond à une déviation d'une division de l'échelle peut être calculée à partir des dimensions de la jauge. La plus faible pression observable est celle qui donne le minimum de mouvement appréciable du mercure; on peut l'évaluer, d'après les mesures faites, à environ un millionième de millimètre de mercure, pour une jauge convenablement construite.

La seule source d'erreur provient de l'adhésion du mercure aux parois du tube, la déviation observée étant inférieure à la déviation réelle. Si le mercure est très propre et le verre en bon état, une large surface de mercure réduit l'erreur à une valeur négligeable. On utilise le plus souvent des surfaces de mercure de 5 à 10 cm. de diamètre. Dans quelques modèles, on munit le tube d'une fenêtre fermée par une glace plane à l'endroit où traverse le rayon lumineux, afin d'éliminer les phénomènes de réfraction que pourrait produire la courbure des surfaces de verre.

La figure 3 donnera une idée des variations de pression

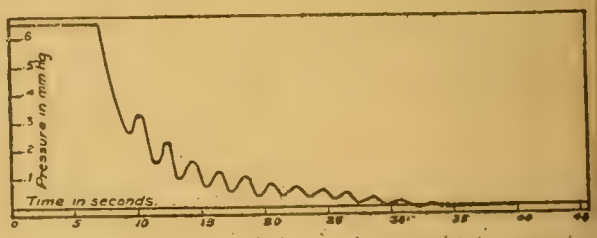


Fig. 3. — *Oscillations de la pression enregistrées par la jauge sur de la vapeur d'eau refroidie par l'air liquide.*

les plus rapides qui puissent être enregistrées au moyen de la jauge précédente. Elle reproduit la courbe obtenue photographiquement en refroidissant de la vapeur d'eau au moyen d'air liquide. Les oscillations sont dues à la brusque chute de pression et ont une période légèrement inférieure à 2 sec. (La jauge utilisée contenait environ 1.000 gr. de mercure.) La construction de la jauge peut être effectuée de manière à réduire cette période.

A. B.

Le frottement statique et les propriétés lubrifiantes de certaines substances chimiques. — Lord Rayleigh a observé que, dans certains cas, le frottement de deux surfaces est plus grand en présence d'une grande quantité d'huile qu'en présence d'une faible quantité de la même huile. MM. W. B. Hardy et J. K. Hardy[1], pour essayer d'expliquer ce fait, ont entrepris des expériences sur le frottement statique entre des surfaces de verre parfaitement propres et sur l'effet d'un certain nombre de liquides purs employés comme lubrifiants.

Ils ont constaté que les surfaces propres « collent » et que, lorsqu'on applique pour les faire glisser une force tangentielle suffisante, le premier effet est de les faire éclater en morceaux. Les liquides examinés se répartissent en deux classes. La première, qui constitue les liquides inactifs n'ayant aucun effet lubrifiant, comprend l'eau, l'alcool éthylique, l'éther éthylique, le benzène, l'ammoniaque concentrée et la glycérine; mais cette dernière peut exercer un effet lubrifiant maximum si les surfaces y sont plongées. La seconde, celle des fluides actifs, renferme les acides sulfurique, chlorhydrique, acétique, butyrique et oléique, un certain nombre de bases organiques, l'huile de ricin et la paraffine. Pour certains acides, le frottement est légèrement plus grand quand les surfaces sont immergées qu'avec une pellicule invisible de liquide; mais ce phénomène peut être

1. J. E. Shrader et H. M. Ryder : *Physical Review*, 2e série, t. XIII, p. 321-325 ; mai 1919.

1. *Philos. Magazine*, t. XXXVIII, pp. 32-48 ; 1919.

produit par la présence d'une trace d'eau qui diminue l'effet des fluides actifs.

Ces expériences semblent donc démontrer que la lubrification n'est pas une fonction de la quantité du lubrifiant quand celui-ci est une substance chimique pure et que sa viscosité n'est pas très élevée.

§ 2. — Chimie physique

L'adsorption sélective et ses conséquences. — L'adsorption sélective a été récemment l'objet de divers travaux qui permettent de mieux préciser son rôle probable dans un certain nombre de phénomènes naturels.

On sait que divers colloïdes adsorbent, plus rapidement que l'acide, la base libre des sels dissociés par hydrolyse dans leur solution aqueuse[1].

Ils rougissent la teinture de tournesol en adsorbant la base bleue. Dans une solution d'un sel bleu dont la base libre est rouge, ces colloïdes, adsorbant la base rouge, se colorent métachromatiquement en rouge.

Des colloïdes basophiles se trouvent dans les composés histologiques (fibres de coton, membranes pectiques)[2] et cytologiques; on en rencontre dans les sols (argile, matières humiques), dans les dépôts de barégine...

Les terres dites acides doivent du moins en partie leur propriété de rougir le tournesol à des colloïdes basophiles : matières humiques[3], argiles, silicates, oxydes de fer[4-5].

Les gels basiques, au contraire (oxydes de Z, Th, Al, La, Zn, Be, Fe et Cr), adsorbent l'acide de la teinture de rouge Congo : quand on les chauffe en présence d'une solution de Congo, ils montrent la couleur rouge caractéristique des sels[6].

Par là s'explique que des eaux thermales (eaux de Barèges) ramènent au rouge, à l'ébullition, les solutions de Congo bleuies par les acides, avec précipitation de *l'acide bleu insoluble* isomère de l'acide rouge du Congo.

Par leur adsorption sélective, divers colloïdes deviennent des réactifs d'analyse[7], capables de séparer les différents ions d'électrolytes en solution, et d'isoler des corps difficiles à isoler chimiquement.

Dans l'être vivant, une adsorption sélective variable avec les conditions métaboliques peut expliquer que la chromatine nucléaire fixe, suivant les cas, les bleus (noyaux basophiles) ou les rouges (noyaux acidophiles)[8].

Dans la Nature, il s'établit entre les colloïdes basophiles des végétaux et ceux du milieu une « lutte pour les bases » : les Zooglées basophiles des barégines déminéralisent les eaux thermales; les Diatomées (*Synedra...*) possèdent, sous leur test siliceux, une mince membrane capable de fixer les bases métalliques, même sur le vivant; beaucoup de poils absorbants prennent contact avec le sol par une membrane pectique basophile. Enfin, les tissus qui réagissent victorieusement à l'infection parasitaire montrent une basophilie marquée, qui peut s'opposer à la migration des bases de l'hôte vers le parasite.

Les milieux qui retiennent fortement les bases, sols acides, ne laissent vivre que des formes spécialement adaptées (*Vaccinium corymbosum...*), à moins d'apports de bases, de chaulages suffisants pour dépasser leur pouvoir d'adsorption basophile.

J. D.

1. Langeron : Précis de Microscopie, p. 378; 1916.
2. Mangin : *Jour. de Bot.*, 1894. — H. Devaux : *P.-V. Soc. Lin.* Bordeaux, p. xxxiii, lviii; 1901. — Petit, *ibid.*
3. E. J. Russell : Part played by colloids in Agric. phenom. *Rept. Br. Ass. Adv. Sc.*, p. 73 et 75; 1919.
4. J. W. Ames et C. J. Schollenberger : Lime and lime requirement of soil, *Ohio Agr. Exp. St. Bull.* 306, pp. 297, 306-330 (Bibliographie); Wooster, dec. 1916.
5. Clarke : The data of Geochemistry, p. 211. Wash., 1916. Cf. : Hartwell et Pember : Soil Acidity. *Soil Sc.*, revue in *Bot. Gaz.*, p. 519; juin 1919.
6. E. Wedekind et H. Rheinboldt : Les teintures du Congo et l'adsorption comme phase prélim. de l'union chim. *Ber.*, 1919, t. LII; anal. in *J. Chem. Soc.*, Abst., p. 278, juillet 1919.
7. L'utilisation du pouvoir adsorbant de la terre à foulon. *Rev. gén. Sc.*, t. XXIX, 1918. — On sait que la terre à foulon, grâce à son adsorption sélective sur les hydrocarbures non saturés (Gilpin et Schneeberger, 1913), permet, par filtration, de séparer un pétrole en fractions d'inégales viscosité et densité (Day, 1900).
8. Dangeard. — Molliard : *Rev. gén. Bot.*, p. 35-45; 1897. — J. Dufrénoy : *Compt. rend.*, p. 545, 22 sept. 1919.

§ 3. — Chimie industrielle

La fabrication synthétique du caoutchouc en Allemagne pendant la guerre. — Depuis une dizaine d'années, des travaux très importants ont été entrepris en vue de réaliser la synthèse du caoutchouc par la polymérisation de divers hydrocarbures dont le principal est l'isoprène[1]. Ces essais, qui avaient déjà donné des résultats encourageants dans divers pays avant la guerre, ont été poursuivis avec activité en Allemagne depuis 1914, en vue de suppléer à la disette de caoutchouc naturel provoquée par le blocus des Alliés. Voici, d'après une récente communication de M. K. Gottlob[2], les principaux résultats obtenus dans cette voie.

Le caoutchouc synthétique fabriqué aux dépens du méthylisoprène s'est montré nettement supérieur à celui qui provient de l'érythrène ou de l'isoprène; mais, que la polymérisation soit effectuée à froid, à chaud ou à l'aide du sodium, le produit obtenu est trop enclin à l'oxydation et refuse de se combiner au soufre en quantité appréciable en l'absence d'un catalysateur. Une autre différence marquée entre le caoutchouc synthétique et le produit naturel, c'est qu'il n'a aucune tendance à devenir plastique quand il est travaillé entre des rouleaux; la substance obtenue par le procédé à chaud et le procédé au sodium conserve son élasticité et sa ténacité, tandis que le produit préparé à froid est dur et blanc et d'une structure granulaire persistante En agitant l'isoprène avec une émulsion aqueuse d'albumine ou d'autres substances similaires, et en faisant agir la chaleur, on parvient toutefois à fabriquer un caoutchouc possédant des propriétés plus attrayantes.

On a trouvé d'autre part que diverses bases organiques ont le pouvoir de retarder l'oxydation du méthyl-caoutchouc; certaines bases, comme la pipéridine, accélèrent aussi notablement la réaction avec le soufre[3]. Des substances comme l'aldéhyde-ammoniaque, la pipéridine, le thiocarbonate de pipéridyle et le dipipéridyle, qui sont des accélérateurs actifs de la vulcanisation, préviennent d'une façon marquée la détérioration par oxydation. En ajoutant certains dérivés de la cellulose au méthyl-caoutchouc au stade de la polymérisation, il est également possible de le rendre très résistant à l'oxydation.

La première substance vulcanisée satisfaisante préparée avec le caoutchouc synthétique a été obtenue en 1913 : avec l'aide d'un catalysateur organique, le méthyl-caoutchouc a été vulcanisé à un degré tel que les liaisons non saturées de la molécule avaient presque entièrement disparu, avec la tendance à l'oxydation. La vulcanite (ou caoutchouc durci) ainsi préparée contenait 23-26 °/₀ de soufre combiné ($C^{12}H^{20}S^2$ en contient 28,1 °/₀) et, au point de vue des caractères mécaniques (résistance diélectrique et résistance à la chaleur), elle

1. Voir à ce sujet B. D. W. Luff : L'état actuel du problème de la synthèse du caoutchouc. *Rev. gén. des Sc.* du 15 mars 1917, t. XXVIII, p. 148.
2. *Gummi-Zeitung*, 1919; reproduit dans *Indiarubber Journ.*, t. LVIII, pp. 305, 348, 391, 433; 1919.
3. Sur ce sujet, voir aussi la *Rev. gén. des Sc.* du 15 juillet 1917, p. 388.

était de peu inférieure aux produits similaires provenant du meilleur caoutchouc de Para. Le produit synthétique se distinguait seulement par sa transparence et sa couleur rouge en plaques minces.

A la fin de 1914, l'Allemagne ne produisait pas encore commercialement du caoutchouc synthétique. En 1915, en ajoutant de l'huile au méthyl-caoutchouc, on parvint à étirer de petits bâtons cylindriques lisses pour la préparation d'antennes en vulcanite, qui satisfirent à toutes les conditions exigées et constituèrent la première application heureuse de la substance sur une grande échelle commerciale. L'application suivante fut la construction de cellules pour accumulateurs, qui nécessitent l'exclusion de toute substance minérale des mélanges. Une autre application fut la substitution à une partie du caoutchouc naturel dans les mélanges pour enveloppes de pneumatiques et dans certains caoutchoucs récupérés où le produit naturel était employé comme liant.

Vers la fin de 1915, plusieurs centaines de tonnes de méthyl-caoutchouc préparé à froid furent commandées pour les sous-marins, où ce produit fut employé surtout dans les boîtes d'accumulateurs, mais aussi dans les allumeurs Bosch. Grâce à l'expérience acquise, il devint possible de réduire le pourcentage de méthyl-caoutchouc à 40 °/₀, et même d'y ajouter un peu de caoutchouc récupéré pour les feuilles épaisses d'accumulateurs. Le méthyl-caoutchouc a été également utilisé à la préparation de produits pour lesquels on emploie du caoutchouc tendre, telles que feuilles d'emballage à haute pression, tissus pour couvertures, isolement des fils, pneumatiques; on s'est servi dans ces cas du produit polymérisé à chaud, car il est seul soluble. L'emploi du méthyl-caoutchouc pour les masques à gaz a dû être abandonné par suite du manque de tissu. Par contre, on l'a utilisé avec succès pour les enveloppes de ballons, et aussi pour l'isolement des câbles terrestres et sous-marins.

Pour la fabrication des enveloppes de pneumatiques, on a rencontré une difficulté dans la très faible élasticité du méthyl-caoutchouc vulcanisé, ce qui a nécessité l'addition de certaines substances huileuses ou « élasticateurs ». Leur action est purement physique et l'on peut employer toutes les huiles en général, minérales et végétales; mais on applique couramment la diméthylaniline et la toluidine, qui sont aussi des préservateurs. Ces élasticateurs diminuent considérablement la tendance du méthyl-caoutchouc à devenir tout à fait dur à quelques degrés au-dessous de zéro. Pour des pneumatiques solides, le mélange contient 60 °/₀ de méthyl-caoutchouc (préparé à froid), le soufre nécessaire, 6 °/₀ d'élasticateur et la charge minérale (oxyde de zinc ou lithopone). Les pneumatiques vulcanisés sont durs et non élastiques à la température ordinaire, mais deviennent élastiques après avoir été chauffés légèrement. Ils s'usent par désintégration plutôt que par abrasion. Les essais de fabrication des chambres à air n'ont pas eu grand succès.

§ 4. — Zoologie

Le rôle et la valeur économique des oiseaux[1]. — L'oiseau est propriété de la collectivité et l'Etat doit être son tuteur en raison des services qu'il rend à l'agriculture : il détruit les insectes nuisibles, leurs œufs et leurs larves, les campagnols et autres petits mammifères qui dévastent les récoltes, des masses de graines de plantes sauvages nuisibles; enfin, il joue dans maintes occasions le rôle de balayeur, d'égoutier. Les dégâts causés par les parasites de l'agriculture atteignent, certaines années, le dixième, le cinquième et même le quart de la récolte. En 1867, un savant entomologiste, Guérin-Méneville, estimait à plus de 600 millions l'impôt annuel prélevé par les insectes sur les récoltes, et, aux Etats-Unis, Sullivan, dans une brochure officielle, estimait ces pertes de 300 à 800 millions de dollars par année. Aussi bien, dès 1886, le Gouvernement de Washington instituait au Département de l'Agriculture une Section de Mammalogie et Ornithologie économiques, qui a pour mission d'étudier et de préciser les rapports des mammifères et des oiseaux avec l'homme. La Hongrie possède un Comité ornithologique, l'Allemagne, un Institut de Biologie, qui dépendent du Ministère de l'Agriculture, et, à Prétoria, on a créé un vaste Institut de Phytopathologie.

En France, le Service des maladies des plantes a été transformé en 1915 en Service des Epiphyties, et l'on a créé à côté le Comité consultatif des Epiphyties, appelé à se prononcer sur toutes les questions se rattachant à la protection des cultures, et complété en 1916 par l'institution d'associés et de correspondants. Le Service d'inspection phytopathologique de la production horticole, fondé en 1911, a été étendu à toute la production agricole en 1915[1]. Enfin, la Convention internationale de Rome, du 4 mars 1914, où 32 Etats étaient représentés, a été chargée d'établir le projet d'une entente internationale pour la protection des végétaux.

Le nombre des insectes qui s'attaquent aux racines, aux tiges, aux feuilles, aux fruits et aux graines des plantes est énorme; Kaltenbach en compte 537 sur le chêne, 396 sur le saule, 299 sur les conifères, 285 sur le pommier et le poirier, 237 sur le prunier, 53 sur le blé, 49 sur le chou, 33 sur la vigne, 8 sur l'olivier, etc. Presque tous jouissent d'un pouvoir effrayant de multiplication : la mouche domestique en trois mois peut pondre 700.000 œufs; le *Doryphora colorado* de la pomme de terre peut donner, par une seule ponte au printemps, 60 millions d'individus. La voracité des larves est non moins prodigieuse, par suite de leur rapide croissance : un ver à soie en 36 jours consomme en feuilles 86.000 fois le poids qu'il avait à sa naissance. Michelet avait raison de dire que le fléau de tous les instants, de tous les lieux, c'est l'insecte.

L'accroissement de la population, joint à notre instinct plus ou moins latent de destruction irréfléchie et imprévoyante, exige impérieusement une limitation du sport de la chasse, à mesure qu'augmentent et que se perfectionnent les engins de destruction : lacets, filets, gluaux, électricité, armes à feu, à mesure que le défrichement des landes, l'asséchement des marais, la régularisation des cours d'eau font disparaître les abris où les oiseaux trouvaient place et sécurité pour leurs couvées. La culture moderne impose des champs immenses, uniformes, dépourvus d'arbres et de haies, en même temps que, dans les forêts modernes de haute futaie, on ne tolère plus ni taillis, ni broussailles, ni vieilles souches ou arbres creux. A la destruction des abris naturels s'ajoutent d'autres causes directes de destruction, provenant de l'intensité de la circulation et du développement des moyens de transport : chemins de fer, fils télégraphiques et téléphoniques, phares contre lesquels viennent se tuer les migrateurs, attirés et éblouis par leur lumière pendant les nuits sombres. L'homme agit à son tour par la chasse qui détruit par gloriole ou par lucre, par le dénichage des jeunes et des œufs, par l'enlèvement des œufs de certaines espèces pour la consommation. On ne saurait objecter que la chasse aux petits oiseaux constitue une ressource alimentaire; il ne s'agit que de quelques grammes de chair qui ne sauraient entrer en comparaison avec l'intérêt général qui se trouve ainsi lésé. Enfin, les éléments atmosphériques : pluies prolongées en été, hivers trop rudes, grêle, tempêtes, sont encore des facteurs accidentels de destruction.

1. A. Mennegaux : Le rôle et la valeur économique des oiseaux. *L'Agriculture pratique des pays chauds*, décembre 1913.

1. Cf. Le Service de protection des plantes de divers pays, in-4°, Rome, 1911 [publication de l'Institut international d'Agriculture].— P. Marchal : Les sciences biologiques appliquées à l'agriculture et la lutte contre les ennemis des plantes aux Etats-Unis, in *Annales des Epiphyties*, t. III, 1914 [publication du Ministère de l'Agriculture].

La conséquence de ces faits, c'est la diminution progressive et forcée des individus; depuis moins de cinq cents ans, 140 espèces au moins auraient disparu de la surface du globe, 63 ne sont connues que par des ossements, des plumes ou des œufs, 47 espèces sont presque éteintes et 51 sont menacées d'extinction, dans un délai plus ou moins rapproché.

Pierre Clerget.

§ 5. — Biologie

Sur la vitesse de locomotion des bactéries. — En observant à l'ultra-microscope, dans une goutte suspendue, des germes mobiles, on reste frappé non seulement par la forme des trajectoires qui diffèrent selon les espèces bactériennes, mais aussi par la différence, souvent notable, des vitesses. Les uns se déplacent presque indolemment, les autres se meuvent avec agilité dans une direction ou dans l'autre; il y en a enfin qui traversent le champ du microscope avec une vitesse telle qu'ils donnent l'impression d'une flèche se détachant de son arc.

On peut naturellement calculer, d'une manière approximative, la vitesse moyenne de chaque espèce bactérienne si l'on a soin de suivre, dans une goutte suspendue contenant peu de germes, les individus qui, entrant à un moment donné dans le champ microscopique, le parcourent presque diamétralement jusqu'au point opposé. On peut déterminer ainsi, avec un compteur à la main, la durée de la traversée.

M. G. Sanarelli[1], directeur de l'Institut d'Hygiène de l'Université de Rome, reprenant des recherches antérieures de MM. Gabritschewsky, Stigell et Lehmann et Fried, a déterminé la vitesse de locomotion du vibrion cholérique à la température ambiante de 25°C., avec des cultures de diverses souches, âgées de 24 h., développées sur agar et ensuite délayées dans du sérum de cobaye.

Il a trouvé que la vitesse moyenne apparente est de 10 cm. par seconde ; la vitesse réelle correspondante est de 0,125 mm. par seconde, c'est-à-dire de 7,5 mm. à la minute, ou 45 cm. à l'heure. Néanmoins ces chiffres sont impuissants à donner une idée de la vitesse vertigineuse du vibrion qui frappe l'œil au microscope. C'est qu'en effet l'impression de vitesse ne dépend pas de la vitesse *effective*, mais de la vitesse *angulaire*. Envisagé à ce point de vue, le déplacement du vibrion cholérique donne la même impression qu'un train qui passerait devant l'observateur à la distance de 40 mètres en parcourant 16 m. à la seconde, soit 57,6 km. à l'heure.

Le vibrion cholérique a une vitesse de déplacement de beaucoup supérieure à celle de tous les autres microbes expérimentés par l'auteur. Elle est 3 fois plus grande que celle du *B. prodigiosus* et du B. pyocyanique, 5 fois plus grande que celle du B. typhique, 10 fois plus grande que celle du colibacille et du *Proteus vulgaris*, 12 fois plus grande que celle du *B. megatherium*.

Toutes ces bactéries étant pourvues d'une quantité de cils souvent très remarquable, tandis que le vibrion cholérique n'en a d'habitude qu'un seul, il faut croire que la vitesse des microbes n'est pas en relation avec le nombre de leurs organes de locomotion.

§ 6. — Sciences médicales

Le rôle des mouches dans la propagation de la dysenterie bacillaire. — Pendant leur séjour en Macédoine, les troupes alliées ont payé un tribut considérable à la dysenterie bacillaire. Les médecins anglais, en particulier, se sont livrés à une étude approfondie de cette affection, et le Colonel Dudgeon vient de faire paraître un Rapport étendu sur les constatations et les recherches auxquelles elle a donné lieu[1]. Nous y empruntons quelques données intéressantes sur la propagation de cette maladie.

La croyance à la propagation de la dysenterie et d'autres affections intestinales par la mouche domestique est courante; elle se base surtout sur des considérations générales et aussi sur quelques investigations bactériologiques de Faichnie, Graham-Smith et Bahr. Les observations et expériences faites en Macédoine lui apportent un appui décisif.

L'enquête a porté sur trois points : 1° le nombre de mouches présentes aux diverses saisons dans une certaine aire a été comparé avec le nombre de cas de dysenterie bacillaire dans cette aire; 2° des expériences ont été faites pour s'assurer si une mouche préalablement infectée avec un bacille du groupe dysentérique transporte celui-ci; 3° on a recherché si les mouches à l'état naturel transportent le bacille dysentérique.

Deux années de séjour dans la région de Salonique ont montré que, si la dysenterie bacillaire se présente parmi les troupes dans les mois les plus chauds, toutefois elle prédomine de beaucoup au printemps et au commencement de l'été, puis à la fin de l'automne, périodes où le fléau des mouches est à son comble. Le nombre des mouches a été déterminé au moyen de pièges ; il atteint son maximum en mai, puis décline pour remonter de nouveau à la fin d'octobre; la diminution estivale est attribuable à la sécheresse du sol qui n'est pas favorable à l'éclosion des pupes. Les périodes de prédominance de la dysenterie bacillaire correspondent donc à celles de prédominance des mouches.

Dans le second groupe d'expériences, on a alimenté des mouches dans des cages improvisées avec des substances contenant les bacilles de Flexner ou de Shiga. Trois méthodes ont été utilisées pour retrouver le bacille : 1° on laisse une mouche se promener pendant 15 minutes sur une plaque de milieu de Mc Conkey, puis on la tue et on met la plaque à incuber; cette méthode reproduit le processus naturel, car la mouche peut infecter le milieu en nettoyant ses pattes, par régurgitation ou par défécation, comme dans la contamination des aliments; 2° on recueille les excreta de la mouche et on les émulsionne dans une solution saline stérile, qu'on dépose ensuite sur plaque de culture; 3° on tue l'insecte, on détache les pattes qu'on fait incuber dans du bouillon pendant 6 à 12 h. Par toutes ces méthodes, on obtient une quantité variable de culture, souvent trop forte pour un examen convenable par la 1re et la 3e. La seconde est préférable pour l'isolement du bacille dysentérique. Le nombre total de mouches examinées a été de 382; les résultats ont été positifs dans 79 cas.

La troisième série d'expériences a porté sur des insectes pris dans les diverses parties de deux hôpitaux, dont aucun ne renfermait de salles affectées à des dysentériques. On a constaté que les mouches vivant dans des conditions naturelles peuvent être porteuses de bacilles dysentériques, mais d'une façon plutôt peu fréquente. Sur 1.670 mouches examinées à diverses époques, 7 seulement renfermaient la bacille de Flexner ou de Shiga. Quoique le nombre de cas positifs soit très petit, il ne faut pas oublier que le nombre de mouches examinées est lui-même infime par rapport au nombre total de mouches de la région.

Les trois séries de constatations s'accordent donc à montrer que la mouche domestique joue un rôle prépondérant dans la propagation de la dysenterie bacillaire.

1. *Ann. de l'Inst. Pasteur*, t. XXXIII, n° 9, p. 569; sept. 1919.

1. Medical Research Committee : Special Reports Series, n° 40. Londres, 1919.

LA DIFFÉRENCIATION DE L'HUMANITÉ EN TYPES RACIAUX

Comment l'humanité s'est-elle différenciée en types aussi variés que le Nègre, le Mongol, et le Caucasien ou Européen? voilà un problème qui a excité l'intérêt des penseurs depuis les temps les plus anciens. Pendant longtemps, l'explication mosaïque — la théorie de la tour de Babel — a été considérée comme une solution suffisante de cette difficile question. Aujourd'hui la plupart d'entre nous ont adopté une explication qui diffère à bien des points de vue de celle que rapporte le livre de la Genèse. Noé a disparu de nos théories, et il a été remplacé dans le lointain des âges par « une souche ancestrale commune ». Notre histoire commence maintenant, non à la fin d'un déluge historique, mais au terme d'une époque géologique si distante de nous que nous n'en pouvons calculer la date avec le moindre degré de certitude. Sem, Cham et Japhet, réputés les ancêtres des trois grandes races des temps modernes, — les types distincts blanc, noir et jaune de l'humanité, — ont aussi disparu de nos spéculations; nous ne croyons plus que les dessins qui ornent le tapis bigarré de l'humanité ont tous été filés en même temps; nous pensons que quelques-uns sont d'ancienne date et ont conservé plusieurs des traits qui caractérisaient le modèle « ancestral » commun, et que d'autres sont de date plus récente, le dessin ancien y étant altéré dans plusieurs de ses détails. Nous avons fait intervenir, comme Darwin nous l'a enseigné, tout le mécanisme de l'évolution — lutte pour l'existence, survivance du plus apte, origine spontanée des variations structurales, hérédité de ces variations — comme le métier sur lequel la Nature façonne ses dessins biologiques. Nous avons remplacé le doigt créateur par la machine évolutionniste, mais nul plus que l'étudiant des races humaines n'est conscient des limitations de cette machine.

Nous sommes tous familiers avec les traits du type humain racial qui se groupe autour du cœur de l'Afrique; nous reconnaissons le Nègre au premier coup d'œil à sa peau noire, luisante, glabre, à sa chevelure crépue, à son nez aplati, à ses yeux sombres grands ouverts, à ses lèvres fortement moulées, à ses dents étincelantes et à ses fortes mâchoires. Il a une démarche et des proportions du corps qui lui sont propres; il possède une qualité de voix et une activité cérébrale particulières. Il est, même pour un œil non exercé, nettement différent du Mongol indigène du Nord-Est de l'Asie; la peau, la chevelure, les yeux, la qualité de la voix et du cerveau, la démarche et les proportions des membres au corps font du Mongol un type humain rigoureusement différencié. L'indigène de l'Europe centrale — le type humain aryen ou caucasien — se distingue à la fois de l'un et de l'autre; on le reconnaît à la pâleur de sa peau et à ses traits faciaux — particulièrement à son nez étroit et proéminent et à ses lèvres minces. Nous sommes si accoutumés à la proéminence du nez caucasien que seul un Nègre ou un Mongol peut apprécier sa singularité dans notre monde aryanisé.

Quand nous nous demandons comment ces trois types — l'Européen, le Chinois et le Nègre — ont acquis leurs traits distinctifs, nous sommes obligés de convenir que le mécanisme évolutif nous fait défaut : les processus de la sélection naturelle et de la sélection sexuelle peuvent préserver et exagérer les traits du corps et de l'esprit, mais ils sont impuissants à produire ce complexe de caractères qui distingue un type racial d'un autre. La Nature tient à sa disposition quelque mécanisme secret par le moyen duquel elle tisse ses nouveaux dessins dans les corps de l'homme et des animaux — mécanisme presque ignoré à l'époque de Darwin, mais que nous commençons à percevoir et à comprendre confusément. C'est l'influence de ce mécanisme créateur ou morphogénique sur l'évolution des races modernes de l'humanité que je me propose d'examiner maintenant.

***

Il existe, enfouies dans diverses parties du corps humain, une série de corps ou glandes plus ou moins obscurs, au nombre de cinq, dans lesquels on a reconnu, à une époque récente, des parties de l'organisme qui règlent la croissance du corps. Ils ne constituent qu'une petite fraction de l'organisme, 1/180e à peine. L'étudiant en médecine d'aujourd'hui est familier avec chacun d'eux; ce sont : le corps pituitaire, de la dimension d'une cerise mûre, attaché à la base du cerveau et logé dans le plancher du crâne; la glande pinéale, située également dans le cerveau et à peine plus grosse qu'un grain de blé; la glande thyroïde, placée dans le cou à cheval sur la trachée-artère, et formant une masse plus volumineuse; les deux corps surrénaux, situés dans l'abdomen et coiffant les reins,

et les glandes interstitielles, englobées dans la substance du testicule et de l'ovaire. Le médecin moderne n'ignore pas non plus que la croissance du corps peut être retardée, accélérée ou complètement altérée lorsqu'une ou plusieurs de ces glandes deviennent le siège d'une lésion ou d'un désordre fonctionnel.

Il y a 33 ans, le Dr Pierre Marie, de Paris, reçut la visite d'une première femme, puis d'une seconde, cherchant la guérison d'une migraine persistante, et qui lui signalèrent incidemment que leur figure, leur corps, leurs mains et leurs pieds avaient subi de telles altérations depuis quelques années que leurs meilleures amies ne les reconnaissaient plus. Cet incident marque le commencement de notre connaissance de la glande pituitaire comme partie intrinsèque du mécanisme qui règle le modelage de notre corps et de nos traits. Le Dr Marie a désigné cet état sous le nom d'*acromégalie*. Depuis lors, on a observé des centaines d'hommes et de femmes présentant des symptômes semblables aux précédents, et dans tous les cas où les modifications acromégaliques étaient typiques et accentuées on a trouvé une hypertrophie ou une tumeur du corps pituitaire. L'œil exercé reconnaît au premier abord l'aspect bouffi de l'acromégalique, tellement les traits du patient sont caractéristiques. Ils peuvent donner une physionomie spéciale à toute une famille.

La glande pituitaire est également en relation avec une autre perturbation de la croissance, le *gigantisme*. Dans tous les cas où un jeune garçon s'est transformé, entre 15 et 20 ans, en un individu grêle de 7 pieds ou plus, c'est-à-dire est devenu un géant, on constate que sa glande pituitaire est le siège d'une hypertrophie désordonnée. La pituitaire fait partie d'un mécanisme qui règle notre taille, et la taille est une caractéristique de la race. Le géant est généralement acromégalique en même temps qu'élancé, mais les deux états ne sont pas nécessairement combinés : un jeune garçon peut subir les changements corporels qui caractérisent l'acromégalie et ne pas devenir d'une stature anormale, ou bien il peut — mais le cas est rare — devenir un géant sans prendre les traits de l'acromégalique.

Il existe un troisième état de croissance désordonnée où la pituitaire joue un rôle et dont les caractéristiques sont les suivantes : la longueur des membres augmente d'une façon disproportionnée, le système sexuel et tous les caractères sexuels secondaires du corps et de l'esprit ne sont pas développés ou ont disparu, la graisse tend à se déposer sous la peau, en particulier sur les fesses et les cuisses, bref le corps tout entier prend l'état eunuchoïde.

Chacun de ces trois états semble être sous la dépendance d'une action désordonnée et exagérée de la glande pituitaire; il doit exister des conditions d'une nature opposée, où les fonctions de la pituitaire sont troublées et réduites. On a noté, en effet, un certain nombre de cas de nanisme, où des garçons et des filles ont conservé leur infantilisme pendant toute leur vie, apparemment parce que leur glande pituitaire avait été envahie et partiellement détruite par des tumeurs. Nous verrons que le nanisme peut également résulter d'un défaut de la glande thyroïde.

D'après les faits acquis, dont le nombre augmente d'ailleurs rapidement, nous sommes donc justifiés à considérer la glande pituitaire comme un des principaux pignons du mecanisme qui règle la croissance du corps humain et qui exerce une influence directe sur la détermination de la taille, le modelage des traits, la texture de la peau et le caractère des cheveux, — qui sont tous des marques de la race. Si nous comparons les trois principaux types raciaux de l'humanité, — nègre, mongol et caucasien ou européen, — nous pouvons reconnaître chez le dernier une plus grande prédominance de la pituitaire que chez les deux autres. La nasalisation prononcée de la face, la tendance aux fortes arcades sourcilières, le menton proéminent, la tendance à la corpulence et à la stature élevée chez la majorité des Européens ne peuvent mieux s'expliquer, dans l'état actuel de nos connaissances, que par l'intervention de la fonction pituitaire.

L'intérêt qui s'attache au mécanisme de la croissance a sans nul doute été stimulé, en ces dernières années, par les observations et les découvertes des médecins chez les individus souffrant de désordres pituitaires; mais on savait déjà depuis fort longtemps qu'une autre toute petite partie du corps peut influer sur la croissance et les caractères de l'ensemble de l'organisme. Depuis bien des siècles, il est de notoriété commune que l'ablation des glandes génitales altère la forme extérieure et la nature interne de l'homme et de l'animal. Plus tôt l'opération est effectuée après la naissance, plus ses effets sont certains. Si un naturaliste d'un monde unisexué venait visiter le nôtre, il serait difficile de le convaincre qu'un frère et une sœur sont de la même espèce, ou que l'eunuque ridé à visage blême, avec sa face imberbe, ses membres longs et effilés, sa démarche hésitante, son aspect désagréable et sa

corpulence, est le frère de l'athlète robuste et trapu au visage barbu.

On a découvert il y a 70 ans déjà que le testicule et l'ovaire renferment, éparpillé dans leur substance, un petit élément glandulaire qui n'a rien à faire avec leur fonction principale — la production des cellules génitales —; mais c'est tout récemment qu'on a acquis la preuve que cet élément disséminé — la glande interstitielle — a un rapport direct avec le mécanisme de la croissance. Tous les changements qu'on observe chez la jeune fille et le garçon à l'époque de la puberté — phase de la croissance qui met en pleine évidence leurs caractères raciaux — dépendent de l'action des glandes interstitielles. Si on les enlève ou si elles restent en non-activité, le développement du corps est à la fois différé et altéré. En cherchant le mécanisme qui a façonné l'humanité en races, nous devons donc prendre en considération la glande interstitielle. J'estime que la différenciation sexuelle — les manifestations vigoureuses des caractères masculins — est plus accentuée chez le type caucasien que chez les types nègre ou mongol. Ces deux derniers, dans leur forme la plus représentative, nous montrent un visage imberbe et un corps presque glabre, et certains types nègres, spécialement chez les tribus nilotiques, avec leurs jambes longues, pareilles à des échasses, semblent bien la manifestation d'un arrêt dans l'action des glandes interstitielles. A la fin de la vie sexuelle, on voit souvent les traits de la femme prendre une apparence plus grossière et plus masculine.

Les capsules ou glandes surrénales s'associent aux glandes interstitielles, au moins au point de vue du développement. Nous savons depuis 1894 que ces deux corps relativement minimes, de la dimension d'une côte d'orange moyenne, sont en relation avec la pigmentation de la peau; à cette date, le Dr Th. Addison, médecin au Guy's Hospital de Londres, observa que la destruction graduelle de ces corps par la maladie provoquait une teinte plus sombre ou une pigmentation de la peau, tout en donnant naissance à d'autres symptômes et modifications plus graves. Il y a 150 ans, John Hunter, en se basant sur les faits qu'il connaissait, était arrivé à la conclusion que la couleur originelle de la peau humaine est le noir, et toutes les connaissances que nous avons accumulées depuis sont en faveur de cette déduction. Du fait que le pigment commence à se rassembler dans la peau et à la rendre plus foncée dès que les capsules surrénales deviennent le siège d'une affection destructive, nous inférons qu'elles jouent un rôle dans l'élimination du pigment et que nous Européens nous devons la blancheur de notre peau à quelque vertu particulière résidant dans les corps surrénaux.

Comme l'ont montré les recherches de S. Schafer, de T. R. Elliott et de W. B. Cannon, leurs fonctions sont complexes et multiples. Il y a 15 ans, Bulloch et Sequeira ont établi le fait suivant : lorsqu'un corps surrénal devient le siège d'une forme particulière d'hypertrophie maligne dans l'enfance, le corps du garçon ou de la fillette subit certaines modifications extraordinaires de croissance. Les organes sexuels atteignent rapidement leur maturité, et à travers le cadre de l'adolescence jaillissent soudain les caractères de cette maturité : poitrine bombée, muscularité des membres, voix de basse, face barbue et corps couvert de poils. Des changements analogues se produisent chez la jeune fille — même à un âge peu avancé — avec une tendance à revêtir des caractères masculins. Le Professeur Glynn[1] a récemment rassemblé un certain nombre de ces cas et systématisé nos connaissances sur ces étranges dérangements de croissance. Il n'y a aucun doute que les corps surrénaux ne constituent une partie importante du mécanisme qui règle le développement et la croissance du corps humain et aide au déterminisme des caractères raciaux de l'humanité. Nous savons que certaines races arrivent plus rapidement que d'autres à la maturité sexuelle, et que les races varient au point de vue du développement de la pilosité et du pigment; il est donc raisonnable de supposer qu'on arrivera à une explication satisfaisante de ces caractères quand on aura acquis une connaissance plus complète du mécanisme surrénal.

Ces dernières années nous ont apporté une découverte tout à fait inattendue : c'est que la petite glande pinéale du cerveau peut donner naissance à une suite de symptômes très analogues à ceux qui résultent de la formation d'une tumeur dans le cortex des capsules surrénales. Dans quelques cas, la maturité sexuelle précoce observée chez un enfant est, en apparence, le résultat d'une affection de la glande pinéale. Nous avions considéré jusqu'ici cette glande, à peine plus grosse qu'un grain de blé et profondément enfouie dans le cerveau, comme le vestige inutile d'un œil médian ou pariétal, provenant d'un ancêtre humain éloigné chez qui cet œil était fonctionnel; mais les preuves cliniques

1. *Quart. Journ. of Medicine*, t. V, p. 157; 1912.

et expérimentales qui s'accumulent rapidement nous obligent à lui assigner une place dans le mécanisme qui contrôle la croissance du corps.

Nous arrivons maintenant à la glande thyroïde, qui, du point de vue anthropologique, doit être regardée comme le plus important de tous les organes ou glandes à sécrétion interne. Ici, toutefois, je dois attirer l'attention sur une généralisation que j'ai laissée de côté en parlant des glandes pituitaire et surrénales. Chacune de ces glandes jette dans le sang circulant deux séries de substances : les unes qui agissent immédiatement en mettant en accord les parties de l'organisme qui ne sont pas sous l'influence de la volonté pour exécuter leur travail quand le corps est au repos et quand il exerce un effort ; les autres — que le Professeur Gley a nommées morphogénétiques — n'ont pas un effet immédiat, mais éloigné : elles règlent le développement et coordonnent la croissance des diverses parties du corps.

En ce qui concerne la fonction immédiate de la glande thyroïde, nous savons aujourd'hui que cette glande fabrique une substance qui, en circulant dans le corps, règle le taux de combustion des tissus ; quand nous exécutons un effort musculaire, ou quand notre corps est exposé au froid, ou quand nous sommes victimes d'une infection, la thyroïde entre en jeu pour aider à mobiliser tout le combustible utilisable des tissus. Si nous considérons seulement sa fonction immédiate, il est clair que la thyroïde est en relation avec la sélection et avec la survivance des races humaines.

Si, d'autre part, nous regardons à ses effets éloignés, ou morphogénétiques, sur la croissance, son importance comme facteur de façonnement des caractéristiques de la race humaine devient encore plus évidente. Dans les régions où la thyroïde est sujette à cette forme d'affection qu'on appelle le goitre, on sait que les enfants qui en sont atteints deviennent des crétins, c'est-à-dire des nains idiots avec un aspect très caractéristique de la face et du corps. La maladie de la thyroïde arrête et altère la croissance du corps de telle façon que les sujets de ce désordre peuvent véritablement être classés comme une espèce distincte d'humanité. Si la thyroïde devient malade après l'achèvement de la croissance du corps, il se produit certaines modifications, observées pour la première fois par Sir W. Gull en 1873, qui donnent naissance à la perturbation connue sous le nom de *myxœdème*. Dans cet état, la peau est froide, sèche et rude ; elle transpire peu ou pas, et peut prendre une teinte jaunâtre ; une rougeur prononcée apparaît dans la région malaire. La peau dans son ensemble paraît transparente ; les cheveux deviennent clairsemés ; les poils du pubis et de l'aisselle, ainsi que les cils et sourcils tombent souvent ; dans de nombreux cas, les dents sont fragiles et cariées. Tous ces signes disparaissent après administration d'extrait thyroïde. C'est une preuve concluante que la thyroïde agit directement sur la peau et la pilosité, qui sont des caractères employés dans la classification des races humaines.

L'influence de la thyroïde sur le développement d'autres parties du corps, en particulier sur la croissance du crâne et du squelette, n'est pas moins profonde. La base du crâne et le nez nous en présentent surtout l'exemple. L'arrêt de croissance porte principalement sur la partie basale du crâne, et produit les conséquences suivantes : la racine du nez paraît aplatie et tirée en arrière entre les yeux ; la partie supérieure du front fait saillie ou bombe ; la face semble aplatie, et la charpente osseuse du nez est fortement réduite, surtout par comparaison avec la proéminence des mâchoires. Or les traits du visage que je viens d'énumérer sont ceux qui donnent à la face du Mongol son aspect caractéristique, et, à un moindre degré, on les retrouve aussi chez le Nègre. En fait, chez une branche aberrante de la race noire, — les Boschiman de l'Afrique du Sud, — le facies « thyroïde » est même plus nettement accusé que chez les Mongols les plus typiques.

A mon avis, la thyroïde — ou une réduction ou altération d'activité de cette glande — a été l'un des facteurs déterminants de quelques-unes des caractéristiques raciales des Mongols et des Nègres. Je puis indiquer une preuve parlante à l'appui de cette hypothèse : Il y a quelques années mourait, dans l'East End de Londres, un Chinois géant — sujet, probablement, d'une action excessive de la glande pituitaire, glande que je considère comme jouant un rôle prédominant dans le modelage de la face et de la forme du corps des Européens. Le squelette de ce géant a été préparé pour être conservé au Musée du London Hospital Medical College, et quiconque l'étudie peut observer que, si certains traits chinois sont toujours reconnaissables, la région nasale et les arcades supra-orbitales de la face ont acquis le type européen le plus accusé.

Il existe deux formes particulières et bien définies de nanisme, qui toutes deux doivent être envisagées comme dues à un défaut du mécanisme thyroïdien régulateur de la croissance. L'une de ces formes de nanisme est connue des

médecins sous le nom d'*achondroplasie*, parce que la croissance du cartilage y est particulièrement affectée ; mais, en langage populaire, on peut désigner les patients atteints de cette affection par les termes de « boule-dogues » et de « bassets ». Chez le « basset », les membres sont fortement raccourcis et noueux, mais le nez ne subit aucune réduction, tandis que chez le « boule-dogue » le nez et la partie nasale du visage sont fortement réduits et enfoncés et présentent un degré exagéré de mongolisme. Chez les nains achondroplasiques humains, on observe les deux types, mais la forme « boule-dogue » est beaucoup plus commune que la forme « basset ». Le raccourcissement des membres avec rétraction de la région nasale du visage — qu'on peut désigner sous le nom de prosopie — a un intérêt très direct pour les anthropologistes, étant donné que des membres courts et un tronc allongé sont des caractéristiques raciales bien connues des Mongols.

Dans la seconde espèce de nanisme que nous avons des raisons d'attribuer à une altération fonctionnelle de la thyroïde, les traits mongoliens sont si apparents que les patients atteints de ce désordre sont connus des médecins sous le nom d'*idiots mongoliens*, car non seulement leur croissance est arrêtée, mais leur cerveau fonctionne d'une manière particulière et aberrante. Le Dr Langdon Down, qui a créé cette désignation il y a 55 ans, ne connaissait rien de la doctrine moderne des sécrétions internes; mais cette doctrine a été appliquée il y a quelques années par le Dr F. G. Crookshank[1] pour expliquer les traits et l'état des enfants imbéciles mongoloïdes. Récemment aussi[2] j'ai montré qu'on peut le mieux expliquer les diverses formes des singes anthropoïdes en se servant de la doctrine moderne d'un mécanisme glandulaire contrôlant la croissance. Chez le gorille, nous voyons les effets d'une prédominance des éléments pituitaires; chez l'orang, de la thyroïde. Feu le Prof. Klaatsch a essayé de rendre compte des ressemblances superficielles entre le Malais et l'orang en postulant une relation génétique entre eux ; pour la même raison, il fait dériver le type nègre d'un ancêtre gorillien. Parfois, on observe un homme ou une femme, de souche européenne supposée pure, présentant des traits mongoloïdes définis. On a l'habitude d'expliquer de telles manifestations par la théorie, qui a eu son heure de succès, d'après laquelle une race mongoloïde s'est répandue sur l'Europe à une certaine époque, et les traits mongoloïdes ne seraient que des récurrences ataviques. Mais l'examen des restes humains de l'ancienne Europe n'apporte aucune preuve en faveur d'une invasion touranienne ou mongole de l'Europe.

1. *Universal Medical Record*, t. III, p. 12; 1913.
2. *Journ. of Anat. and Physiol.*; 1913.

***

Toutes les manifestations sur lesquelles j'ai attiré l'attention — la manifestation sporadique de caractères mongoloïdes chez des enfants malades et des Européens adultes en bonne santé, les caractères génériques qui séparent une espèce de singe de l'autre, les traits corporels et mentaux qui distinguent les diverses races de l'humanité — s'expliquent donc au mieux par la théorie que je défends, à savoir que la conformation de l'homme et du singe et de tout autre Vertébré est déterminée par un mécanisme commun de contrôle de la croissance, résidant dans un système d'organes glandulaires peu volumineux, mais complexes. Regardons maintenant de plus près la façon dont ce mécanisme opère. Pour cela, rappelons brièvement les résultats des recherches exécutées par Bayliss et Starling au commencement de ce siècle.

Ces savants recherchaient l'explication du fait que le pancréas déverse son suc digestif dès que le contenu de l'estomac commence à passer dans la première partie du duodénum. On savait alors que, lorsqu'on applique un acide sur la membrane épithéliale de revêtement du duodénum, le pancréas commence à fonctionner; on savait également que le message qui met en mouvement le pancréas n'est pas transmis du duodénum au pancréas par des nerfs, car le mécanisme continue à agir après section de ces derniers. Bayliss et Starling ont résolu l'énigme en préparant une émulsion de l'épithélium duodénal imbibé d'acide et en injectant un extrait de cette émulsion dans la circulation sanguine : immédiatement le pancréas entrait en activité. Ils nommèrent *sécrétine* la substance particulière ainsi déversée dans la circulation sanguine et agissant à la façon d'un messager (ou *hormone*) sur le pancréas, et le pancréas seul.

Les deux physiologistes anglais n'ont pas seulement éclairci le mécanisme de la sécrétion pancréatique; ils ont fait en même temps une découverte bien plus importante : ils ont découvert un moyen nouveau par lequel une partie du corps humain peut communiquer avec une autre et exercer sur elle un contrôle. Jusqu'alors nous étions comme des visiteurs étrangers dans une cité étrange : nous croyions que les fils télégraphiques et téléphoniques visibles étaient les seuls moyens de communication entre ses habitants. Nous pensions que, dans le corps animal,

seules les fibres nerveuses établissaient les communications. Bayliss et Starling ont montré qu'il existe aussi un système postal. Les missives jetées dans la circulation générale sont dûment distribuées à leur destination. La façon dont elles parviennent à leur adresse exacte a une grande importance pour nous : nous devons supposer que la missive ou hormone circulant dans le sang et la boîte à laquelle elle est destinée ont une attraction ou affinité spéciale l'une pour l'autre — due à leur constitution physique — et que, par conséquent, elles, et elles seules, se rencontrent quand le sang fait le tour de l'organisme.

La sécrétine est une hormone qui effectue rapidement et immédiatement sa mission, tandis que les hormones de croissance, ou morphogénétiques, déversées dans la circulation par les glandes pituitaire, pinéale, thyroïde, surrénales et génitale, agissent lentement et à longue échéance. Mais elles sont toutes semblables en ceci : c'est que le résultat dépend non seulement de la nature de l'hormone ou missive, mais aussi de l'état du récipient local. Ce dernier peut être particulièrement avide, et saisir plus que sa bonne part de la manne en circulation ; ou bien il peut avoir des « doigts collants » et s'emparer de ce qui n'est pas réellement destiné à la consommation locale. Nous voyons donc que la croissance locale — le développement d'un trait ou caractère particulier — dépend non seulement des hormones fournies à cette partie de l'organisme, mais aussi de la condition du mécanisme réceptif de cette partie. C'est ainsi que nous pouvons comprendre les perturbations locales de croissance : une acromégalie ou un gigantisme borné à un doigt ou aux arcades sourcilières, au nez, à un côté du visage,... et de telles manifestations locales ne sont pas rares. C'est dans la variation de sensibilité du récipient local que nous trouvons l'explication de l'infinie variété qu'on observe dans le développement relatif des caractères individuels et raciaux.

Six ans environ après que Starling eut formulé la théorie des hormones, le Prof. W. B. Cannon, de l'Université de Harvard, rassemblant les résultats des recherches de T. R. Elliot et des siennes propres sur l'action des glandes surrénales, a mis en lumière un mécanisme hormonique merveilleux, qui va nous aider à interpréter l'action des hormones régulatrices de la croissance. Lorsque nous nous préparons à un effort intense, il est nécessaire que nos muscles s'inondent de sang, pour qu'ils aient à leur disposition les substances nécessaires au travail — l'oxygène et le sucre sanguin, combustibles des moteurs musculaires. Au commencement de l'effort musculaire, les glandes surrénales sont mises en mouvement par des messages qui leur parviennent du système nerveux central; elles déversent dans la circulation sanguine une hormone — l'adrénaline — qui produit un double effet : l'adrénaline ouvre les écluses de la circulation, de façon à permettre au maximum de sang de passer dans les muscles; en même temps elle agit sur le foie de telle manière que le sang qui traverse cet organe se trouve chargé de sucre. Nous avons ainsi une idée de la manière élégante et puissante dont les hormones sont utilisées dans l'économie de l'organisme vivant.

De cet aperçu, nous pouvons tirer un fil conducteur pour expliquer ce remarquable désordre de la croissance du corps humain qu'on appelle l'acromégalie. C'est une manifestation pathologique d'un mécanisme d'adaptation qui nous est familier. Nous savons tous que nos corps répondent au fardeau qu'on leur fait porter. Plus nous exerçons nos muscles, plus ils augmentent en volume et en force ; mais l'augmentation de dimensions de nos muscles serait sans utilité si nos os ne se renforçaient pas d'une façon correspondante. Il faut un plus grand afflux de sang pour les nourrir : par conséquent, la puissance du cœur doit s'accroître également; il faut plus d'oxygène pour la combustion : donc la capacité pulmonaire doit s'agrandir; il faut, enfin, plus de combustible : donc l'ensemble des systèmes digestif et assimilateur, y compris l'appareil masticatoire, doit subir une hypertrophie. Un tel pouvoir de réponse coordonnée de la part de tous les organes du corps pour faire face aux besoins de l'entraînement athlétique, présuppose un mécanisme de coordination. Nous avons toujours considéré ce pouvoir de réponse comme une propriété inhérente à l'organisme vivant; mais, à la lumière de nos connaissances accrues, il devient clair que nous nous trouvons en présence d'un mécanisme hormonique, qui repose en premier lieu sur la glande pituitaire.

En étudiant les modifications de structure qui ont lieu dans la première phase de l'acromégalie[1], on constate que non seulement les os se sont accrus et hypertrophiés d'une façon particulière, mais aussi les muscles, le cœur, les poumons, les organes de la digestion, en particulier les mâchoires; d'où les modifications accentuées de la face, car la forme de la face est déterminée par le développement des mâchoires supérieures et inférieures. L'interprétation rationnelle de l'acromégalie est donc la suivante : c'est un

1. *Lancet*, 1911, t. II, p. 993; 1913, t. I, p. 305.

désordre pathologique du mécanisme de réponse par adaptation; dans le corps en état de santé, la pituitaire déverse dans la circulation une quantité de substance régulatrice de la croissance juste suffisante pour amener les muscles, les os et les autres structures à donner une réponse normale à la tâche imposée au corps. Mais, dans l'acromégalie, le corps est tellement inondé de cette substance que ses tissus deviennent hypersensibles et répondent par l'hypertrophie aux moindres efforts et mouvements. Quand nous voyons comment le corps et ses caractères sont transformés au début de l'acromégalie, il n'est pas exagéré d'espérer qu'une connaissance plus complète de ces mécanismes de la croissance nous donnera la clef des principes de la différenciation des races.

Il peut exister bien d'autres mécanismes réglés par les hormones et dont nous sommes encore totalement ignorants. Je n'en citerai qu'un exemple : celui qui concerne la régulation de la température du corps. Nous savons que la glande thyroïde et aussi les surrénales jouent un rôle dans ce mécanisme; elles sont également en relation avec le dépôt et l'absorption du pigment de la peau, qui doivent constituer une partie de ce mécanisme régulateur de la chaleur; c'est probablement dans cette voie que nous trouverons un guide pour résoudre la question de la coloration des races[1].

Prof. **Arthur Keith**,
Membre de la Société Royale de Londres.

1. Discours d'ouverture de la Section d'Anthropologie au Congrès de Bournemouth de l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences.

La théorie des hormones a déjà été appliquée plusieurs fois à la solution des problèmes biologiques : en 1908 par J.T. Cunningham au problème de l'hérédité, en 1910 par G. C. Bourne et en 1911 par A. Dendy aux problèmes de l'évolution, en 1916 par Mac Bride aux problèmes de la morphogénèse.

LA CONSTRUCTION DES CHALANDS ET DES NAVIRES DE MER EN CIMENT ARMÉ

Le ciment armé, employé sous une forme rudimentaire et empirique dès le milieu du XIXe siècle[1], à titre tout à fait exceptionnel, d'ailleurs, a fait ses preuves depuis une trentaine d'années, et s'est révélé comme un matériau de tout premier ordre.

Il a permis de réaliser des ouvrages qui l'auraient été très difficilement, ou avec une dépense bien plus forte, avec le fer ou avec la maçonnerie : nos lecteurs n'auront que l'embarras du choix pour en trouver des exemples[2]. Citons, entre tant d'autres, les encorbellements de la rue de Rome, à Paris, sur la tranchée des Chemins de fer de l'Etat, encorbellements qui supportent non seulement le trottoir, mais une partie de la chaussée, et ont subi l'épreuve du passage des rouleaux compresseurs de la Ville de Paris, pesant plus de 20 tonnes. Citons aussi le pont, très surbaissé, de 100 mètres de portée (pont du Risorgimento), jeté sur le Tibre, à Rome, il y a une dizaine d'années : il n'aurait pas été possible d'édifier une arche en maçonnerie de cette portée, avec un surbaissement aussi accentué.

Citons encore un chevalement de mine édifié en 1912 à la houillère de Camphausen, près Sarrebrück, chevalement qui porte non seulement les poulies (*molettes*) des câbles d'extraction, mais les machines électriques ou treuils d'extraction, qui sont ainsi placés au-dessus même du puits : disposition qui s'est trouvée imposée par les conditions locales et le manque de place.

En dehors des applications à la construction, le béton armé s'est affirmé propre à des emplois très variés, parfois inattendus : traverses pour voies ferrées (qui, à vrai dire, n'ont pas encore vaincu, en France du moins, la vieille traverse en bois de nos prédécesseurs, mais qui rendent de grands services dans bien des pays, et qui seront indispensables pour les lignes transsahariennes et transsoudanaises projetées) ; caissons de quais maritimes ou fluviaux amenés en place par flottage, puis échoués et fixés à leur emplacement par un lest en terre ou en pierres ; l'un des plus remarquables caissons de ce genre est celui qui constitue la carcasse de la « Batterie des Maures », station maritime d'essais des torpilles du Creusot, située en mer, près de La Seyne (Var), et amené par flottage sur l'îlot qui lui sert de fondation.

On a même réalisé, en France et aux Etats-Unis, des wagons en ciment armé : citons un wagon à charbon de 50 tonnes de l'Illinois Central Railroad, et un wagon-réservoir particulier, circulant depuis peu sur le réseau français de l'Etat, comme l'a indiqué M. Herdner à la Société des Ingénieurs civils, dans la séance du 25 avril dernier.

Quoi qu'il en soit de toutes ces applications, encore exceptionnelles, comme wagons, ponts roulants, portes d'écluses, etc., nous nous proposons d'en examiner ici une autre, de plus grande envergure peut-être, et qui a cessé aujourd'hui d'être une simple curiosité. La guerre dont nous venons de saluer la fin a donné, en effet, un véritable essor aux constructions navales en ciment armé, et déjà, aux Etats-Unis, on a entrepris la construction de cargos de 4.000 à 5.000 tonnes. Le moment est donc venu de donner quelques renseignements généraux sur cette branche nouvelle de l'industrie.

I. — Chalands en ciment armé

Les inventeurs ont, tout naturellement, entrepris d'abord, probablement sans faire beaucoup de calculs, la construction de petits bateaux fluviaux, pour lesquels il suffisait, somme toute, de copier la construction en bois. Tel fut, notamment, le rôle de la « Società Cemento armato e retinato Gabellini », de Rome, qui, dès 1900, fabriquait des pontons pour divers ponts flottants établis sur le Pô, en remplacement de pontons en bois trop vétustes. Le prix de ces appareils était intermédiaire entre celui d'un ponton en fer et celui d'un ponton en bois, mais la durée et les frais d'entretien étaient bien moindres, surtout moindres que dans le cas des pontons en bois, nécessitant des réparations

1. Il est intéressant de rappeler que le premier bateau en ciment armé a été construit en France, en 1849, par M. Lambot, de Carrès (Var). Il a fait breveter, en 1855, son procédé « qui a pour objet une combinaison de fer et de ciment, dite ferciment, et destinée à remplacer le bois dans les constructions navales, en tous les cas où l'humidité est à craindre (caisses à eau, etc.). On forme un réseau métallique d'une forme appropriée à l'objet qu'on veut créer, et on l'empâte avec du ciment hydraulique ».

2. Sur ce sujet, on lira avec intérêt l'article de M. Ch. Rabut : L'Evolution scientifique de l'art de bâtir, dans la *Revue gén. des Sciences* du 30 avril 1918, t. XXIX, p. 229-245.

sérieuses au bout de cinq ans et le remplacement au bout de dix ans en moyenne.

Du ponton, on passa aisément au chaland, qui n'en diffère pas énormément. Dès 1906, le chaland *Liguria*, de 150 tonnes, transportait le charbon dans le port de Civita-Vecchia : il a eu d'innombrables successeurs.

Le « cemento retinato » du système Gabellini consistait en une armature de tiges en fer, supportant un treillis de fil de fer à mailles serrées, sur les deux faces duquel on appliquait, avec une truelle, des couches superposées de mortier de ciment à prise lente. Grâce à cette construction toute manuelle, relativement coûteuse, on obtenait des parois minces parfaitement polies, étanches et résistantes malgré leur épaisseur de 3 à 4 centimètres seulement.

Pour un chaland de 150 tonnes, M. Gabellini en réalisait la coque au moyen de deux parois de ce genre, entretoisées par des nervures ou cloisonnages, également en ciment armé, qui leur assuraient un espacement de 15 centimètres. Des cloisons transversales réparties sur la longueur du chaland (17 m. de longueur, 5 m. 50 de largeur) donnaient encore plus de rigidité à tout l'ensemble, tout en permettant de varier les matières transportées simultanément. Ce système de coque à doubles parois assure pratiquement l'insubmersibilité, car une collision ne défoncera, en général, qu'un ou deux panneaux de la coque extérieure, sans entamer la coque intérieure. La réparation est aisée, en plaçant dans la brèche une armature bien solidarisée avec les bords de l'ancienne armature, et en la recouvrant de mortier comme pour la construction primitive.

Vers 1910-1911, on s'est mis, en Allemagne, en Russie, en Espagne, et surtout en Angleterre et dans les pays scandinaves, à construire des chalands et des chalutiers ou caboteurs à moteurs, de faible tonnage. Il s'agissait dès lors, non plus de constructions à section sensiblement rectangulaire, mais de constructions à formes effilées comme celles d'un navire ordinaire, avec une quille, une étrave, etc.

Il était aussi nécessaire, par économie, de monter la construction dans une forme en bois, de façon à construire en série, au lieu de faire tout à la main, et de recommencer chaque fois le travail complet, comme dans le système précédent. Aussi les chantiers norvégiens adoptèrent-ils le système de la construction « quille en l'air », qui donnait beaucoup plus de facilité pour le montage, et, par suite, le lancement dans cette même position. Un ingénieux artifice permettait d'obtenir le redressement quasi automatique de la coque, flottant après son lancement « la quille en l'air » : on admettait l'eau dans certains compartiments, ce qui changeait les positions respectives du centre de poussée et du centre de gravité du système, d'où le renversement et le retour à la position normale, quille en dessous. Il faut cependant constater, sans que nous puissions en préciser la raison, que ce mode de construction n'a pas prévalu en France, et les chalands ou cargos dont nous allons parler maintenant sont lancés suivant la méthode habituelle, quille en dessous, et soit en travers, soit en bout, suivant les dispositions locales du chantier.

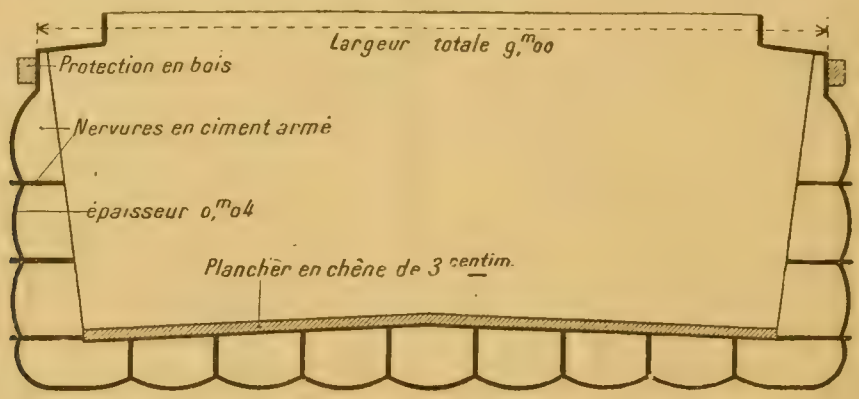


Fig. 1. — *Coupe du chaland Lorton en ciment armé.*

Nous signalerons, parmi les constructeurs français qui ont entrepris pendant la guerre le matériel de batellerie en ciment armé : M. Lorton, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; M. Lossier, Ingénieur-constructeur à Argenteuil ; M. Hennebique, le spécialiste parisien bien connu, constructeur d'immeubles et de travaux publics remarquables ; la Société « Le Matériel flottant », etc.

Le système mis au point par M. Lorton, dès

avant la guerre, et dont un certain nombre de spécimens ont été construits à Paris à partir de 1916, est caractérisé (fig. 1) par la forme et la multiplicité des nervures intérieures qui raidissent la coque proprement dite, et lui assurent une grande résistance. Partant de la conception d'un bateau en bois ou en fer, tous les inventeurs ont naturellement prévu pour leurs bateaux en béton armé des séries de puissantes nervures formant couples transversaux, et d'autres nervures horizontales dont la plus haute et la plus importante forme plat-bord pour la circulation, tandis que les autres servent simplement à raidir l'ensemble de la coque, en entretoisant les couples à intervalles assez étroits. M. Lorton a développé ce compartimentage jusqu'à le transformer en une coque cellulaire à alvéoles carrées, aussi bien sur les parois transversales que sur le fond ; en outre, le fond de chaque alvéole, au lieu d'être plan ou de faire partie de la surface courbe générale de la coque, est formé par une calotte bombée individuellement, et résistant à la pression extérieure comme une petite voûte isolée, arcboutée sur les nervures de l'alvéole qui lui sert de cadre.

Cette constitution particulière de la coque, composée en quelque sorte d'une carcasse d'alvéoles carrées, très solides, et d'autant de calottes bombées obturant le fond de chaque alvéole, a même été mise en relief, dans les premiers bateaux réalisés, par le fait qu'on a réellement construit la coque en y rapportant et en y incorporant dans le bétonnage de la carcasse les calottes bombées, toutes préparées et moulées d'avance.

En général, cependant, on préfère procéder au moulage simultané de tous les éléments de la coque.

Les chalands de 700 tonnes établis par M. Lorton ont 45 mètres de longueur sur 7 m. 50 de largeur, avec formes effilées aux extrémités, et 3 m. de tirant d'eau en charge. Leur poids propre atteint environ 170 tonnes. Grâce à la disposition des plaques cintrées, l'épaisseur de ces plaques n'est que de 4 centimètres. Enfin, le poids d'acier employé ne représente que 12 tonnes environ, alors qu'un bateau similaire en profilés et en tôle en absorberait au moins 80 tonnes.

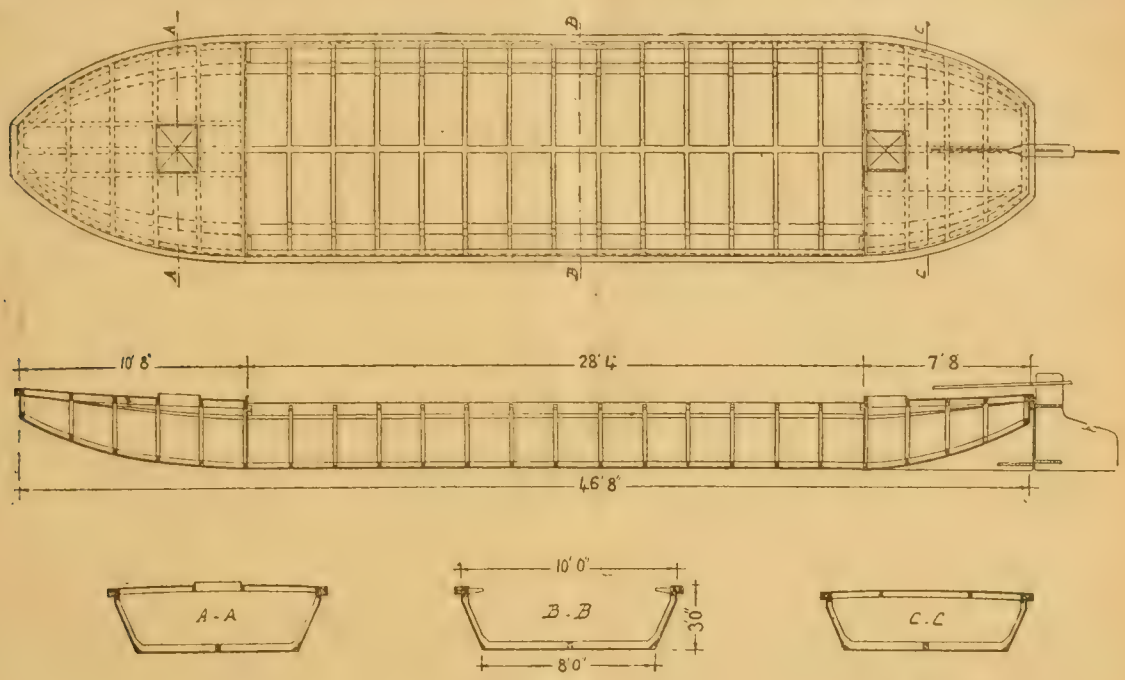


Fig. 2. — *Plan, élévation et coupes d'un chaland hollandais, système Boon, pour le transport des cendres et des vases.*

Les autres constructeurs français ou étrangers s'en sont tenus, dans leurs études de chalands ou de navires de mer, à la disposition courante des ouvrages en béton armé, se bornant à donner à leurs navires les formes courantes, et à entretoiser les parois par de robustes poutres ou nervures, comme dans la construction métallique.

Aussi serait-il fastidieux d'entrer dans les détails de construction qui les distinguent les uns des autres. Bornons-nous à dire qu'on en construit en Norvège, en Angleterre (Pollock and C°), en Hollande (Boon, d'Amsterdam), en Espagne (Sociedad anonima Construcciones y Pavimentos), etc. La maison Coignet en a construit pour

le port de Bahia (Brésil). Les figures 2 et 3, empruntées à la revue spéciale de Londres *Concrete and Constructional Engineering*, en donnent quelques exemples. On a également construit des pontons flottants, qui sont en somme des chalands très massifs, et même des docks flottants pour navires, qui sont, tout compte fait, de très gros pontons d'un gabarit approprié à l'entrée et à la sortie des bateaux dans leur intérieur, et munis des pompes et engins nécessaires à ces manœuvres particulières.

Un exemple intéressant, qui montre les facilités d'exécution que donne le béton armé, avec un chantier bien organisé et des ouvriers qui travaillent, est donné par un cargo de 125 pieds de longueur, construit à Montréal par l'Atlas Construction C°. Du 1er au 30 septembre 1917, toute l'armature et le coffrage ont été mis en place, et il ne restait plus qu'à procéder au bétonnage, travail pour lequel il faut, naturellement, le temps nécessaire, et qu'on ne peut accélérer à son gré, de même qu'on ne peut enlever les coffrages avant un délai minimum, sans quoi la prise ne serait pas suffisante.

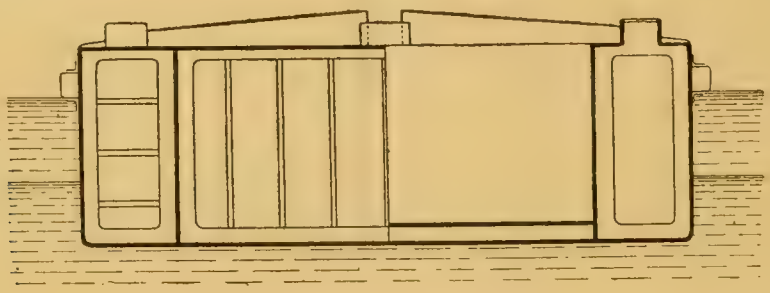


Fig. 3. — *Coupe d'un chaland en béton armé de 50 mètres cubes pour le port de Bahia.*

La valeur technique et commerciale des chalands en ciment armé a été discutée, devant la Société des Ingénieurs civils de France (séance du 25 avril 1919), par M. Lavaud, sous-directeur de la Société de Touage et de Remorquage.

Au point de vue technique, il y a eu des mécomptes de construction, surtout au début, et certains chalands ont coulé par suite de chocs, et de voies d'eau qui en furent la conséquence. Mais, par contre, les exemples de chalands qui ont victorieusement résisté à des heurts de piles de ponts et de murs d'écluses ne sont pas rares. C'est ainsi qu'un chaland du type Lossier, le *Gabès*, a cassé plusieurs arcs en fonte d'un pont de Rouen, le 9 janvier 1918, sans subir aucune fissure de coque; de même, l'*Amiens* ayant heurté violemment, pendant la crue de la Seine, en avril dernier, deux piles du Pont au Change, à Paris, en fut quitte pour une réparation sur place, avant de repartir vers Rouen. Enfin, grâce aux cloisons transversales étanches qu'on peut multiplier le long de la coque (au prix, il est vrai, d'une gêne appréciable pour la vidange des compartiments par bennes-griffes automatiques), un chaland, même défoncé en un point de sa coque, peut continuer à flotter et être ramené au chantier de réparations. Etant donné qu'un de ces bateaux coûte actuellement une centaine de mille francs, il est de première importance d'en assurer la conservation, même après un accident grave, surtout s'il s'agit de chalands de mer, qui sont presque sûrement perdus s'ils viennent à couler sur des fonds rocheux ou vaseux. Les cloisons étanches paraissent donc très recommandables.

Au point de vue commercial, M. Lavaud a comparé les frais de construction, d'entretien et d'exploitation, de chalands en acier et en ciment armé, de 45 mètres de longueur et 8 mètres de largeur, portant les uns et les autres 700 tonnes de marchandises. Il estime qu'actuellement, un chaland en acier vaut environ 75.000 francs, et en ciment armé, 90.000 à 100.000 francs.

Comme entretien normal, le ciment armé ne demande à peu près rien, tandis que la tôle exige des peintures ou enduits antirouille assez coûteux; il faut les renouveler assez souvent, quand on transporte de la houille, cas des plus fréquents, car la houille humide attaque la tôle d'une façon très appréciable.

Au point de vue frais d'exploitation, le chaland en acier pèse environ 80 tonnes, le chaland en ciment pèse 180 à 200 tonnes. Ce supplément de poids mort, qu'il faut remorquer constamment, représente une dépense assez considérable de remorquage, qui constitue une charge au détriment de l'armateur dont la flotte est composée d'unités en ciment armé. Néanmoins, pour les grands bateaux, pour la navigation sur les grands fleuves ou sur mer, la proportion de ces charges s'atténue, et l'emploi du ciment armé reste très intéressant.

II. — Remorqueurs et cargo-boats

Les constructeurs français et surtout étrangers se sont lancés dans la construction, bien plus intéressante encore que celle des simples chalands ou allèges, des remorqueurs et des cargos d'une certaine importance.

Nous en citerons quelques exemples, en commençant par les petits cargos charbonniers que construit la Compagnie maritime franco-anglaise, dans son chantier de Neuilly-sur-Seine. Ces bâtiments, qui portent le nom de *Comafran I*, *Comafran II*, etc., n'ont que 45 mètres de longueur et 8 m. de largeur, avec 3 m. 20 de tirant d'eau en charge. Aussi, leur cargaison est-elle limitée à 500 tonnes de houille (ils sont spécialement destinés à faire le service entre Paris, Rouen, et les ports anglais.)

La coque, dont la figure 4 donne une élévation latérale schématique, est partagée en six compartiments par cinq cloisons étanches; la chambre des moteurs est à l'arrière. L'épaisseur du hourdis est de 6 cm. seulement, mais l'ossature de la coque est constituée par de robustes nervures formant couples dans le sens transversal et lisses dans le sens longitudinal. La pression maximum prévue sur cet ensemble est de 4 tonnes par mètre carré; les calculs de résistance ont été faits en prévision, soit de la charge complète, soit au contraire de l'échouage au bassin, la quille supportant tout le poids du bateau, soit enfin du cas où le navire est porté, soit par une seule lame, soit par deux lames avec le vide entre les deux, sous la quille.

La construction de la coque se fait à terre, dans un vaste moule en bois dont les éléments démontables permettent de démouler après la prise du béton, puis de remettre en forme pour la construction d'une autre coque, après lancement de la première. Il entre 45 tonnes d'armatures en aciers ronds dans cette coque; les diamètres de ces armatures sont en petit nombre, de façon à simplifier les approvisionnements et le travail de « ferraillage ».

Les superstructures sont également en ciment armé, et ne font qu'un avec la coque; les emménagements du pont et la passerelle sont seuls en bois.

Nous avons dit que la coque est divisée, dans sa longueur, en six compartiments. Après les deux grandes cales à marchandises viennent la chambre des moteurs et les réservoirs d'huile et de carburant. En effet, les moteurs sont à essence, du type Panhard et Levassor (usines d'Ivry, près Paris); il y en a deux, qui actionnent chacun une hélice. Ces moteurs de 120 chevaux tournent à 1.200 tours-minute, mais un réducteur à engrenages à chevrons en acier taillé ramène la vitesse de l'hélice à 200 tours.

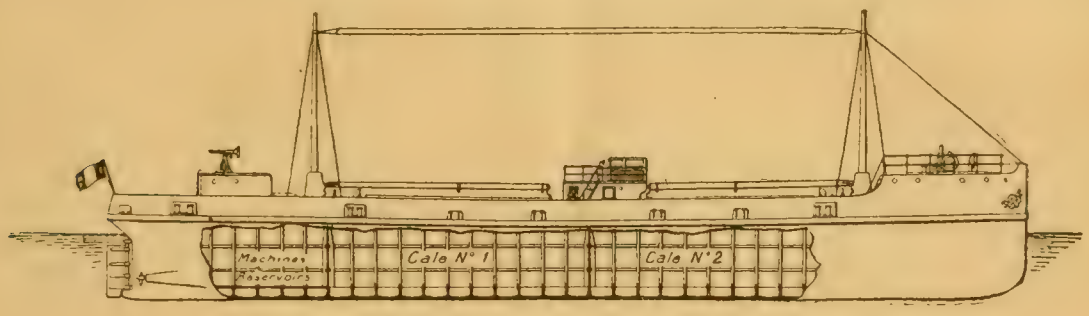


Fig. 4. — *Vue latérale schématique du* Comafran I.

Les paliers sont munis de roulements à billes, et, autre dispositif également destiné à donner toute sécurité, les réservoirs d'essence (9 mètres cubes) sont munis du système Rolland-Mauclère, c'est-à-dire que l'essence est déplacée par pression d'un gaz inerte qui empêche éventuellement toute propagation d'incendie et inflammation du contenu des réservoirs.

Le lancement s'effectue par l'arrière, tandis que, pour les chalands de mêmes dimensions, on l'effectue souvent par glissement latéral, ou bien on soulève le chaland avec une machine semblable à une bigue, et on le descend dans l'eau.

Les remorqueurs construits à Paris, pour le service fluvial du Ministère des Travaux publics, par la Société Pelnard-Considère, Caquot et Cie, sont plus petits encore, puisqu'ils n'ont que 25 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur; ils déplacent 125 tonnes. La coque est divisée en cinq compartiments par des cloisons étanches et elle a 6 cm. d'épaisseur.

L'étrave est protégée par une pièce d'acier. Le moteur est unique; c'est un moteur à essence ou un moteur Diesel de 300 chevaux. Il est logé

dans le quatrième compartiment, tandis que le cinquième comprend les logements du patron et de l'équipage.

Beaucoup plus intéressants sont les cargos de mer déjà construits en grand nombre par les Norvégiens, les Anglais, les Américains surtout. C'est ainsi que, dès 1918, l'Emergency Fleet Corporation, organisation officielle américaine créée pour accélérer, pendant la guerre, les constructions navales en grande série, a fait construire des cargos de 3.500 tonnes, pourvus d'une machine à vapeur de 1.400 chevaux, et donnant 10 nœuds à l'heure.

Ces cargos ont 85 mètres de longueur et 14 de largeur avec 7 m. 20 de tirant d'eau en charge. Ils pèsent environ 3.000 tonnes à vide, alors qu'un navire similaire en acier n'en pèse que 1.600. La cargaison peut atteindre 2.800 tonnes, et le déplacement à pleine charge 6.000 tonnes, tandis que le navire en acier porterait 3.000 tonnes utiles et déplacerait seulement 5.000 tonnes environ. C'est évidemment une infériorité sensible pour le cargo en béton armé.

La coque est divisée par deux entre-ponts, avec les chaudières et les machines dans la cale, et les emménagements dans les étages supérieurs, ainsi que dans les ponts surélevés des gaillards d'avant et d'arrière. Il y a quatre cloisons étanches, dont deux qui délimitent la chambre des machines.

L'un de ces navires a été construit dans la baie de San Francisco, par la San Francisco Shipbuilding C°, sur un chantier qui comportait de vastes échafaudages, des bétonnières et des transporteurs de béton. Les armatures étaient en barres d'acier carrées, et crénelées pour donner plus d'adhérence avec le béton; elles sont, dans le hourdis courant de la coque, disposées en séries dont les unes sont verticales et horizontales, tandis que les autres sont en diagonales inclinées à 45° par rapport aux précédentes.

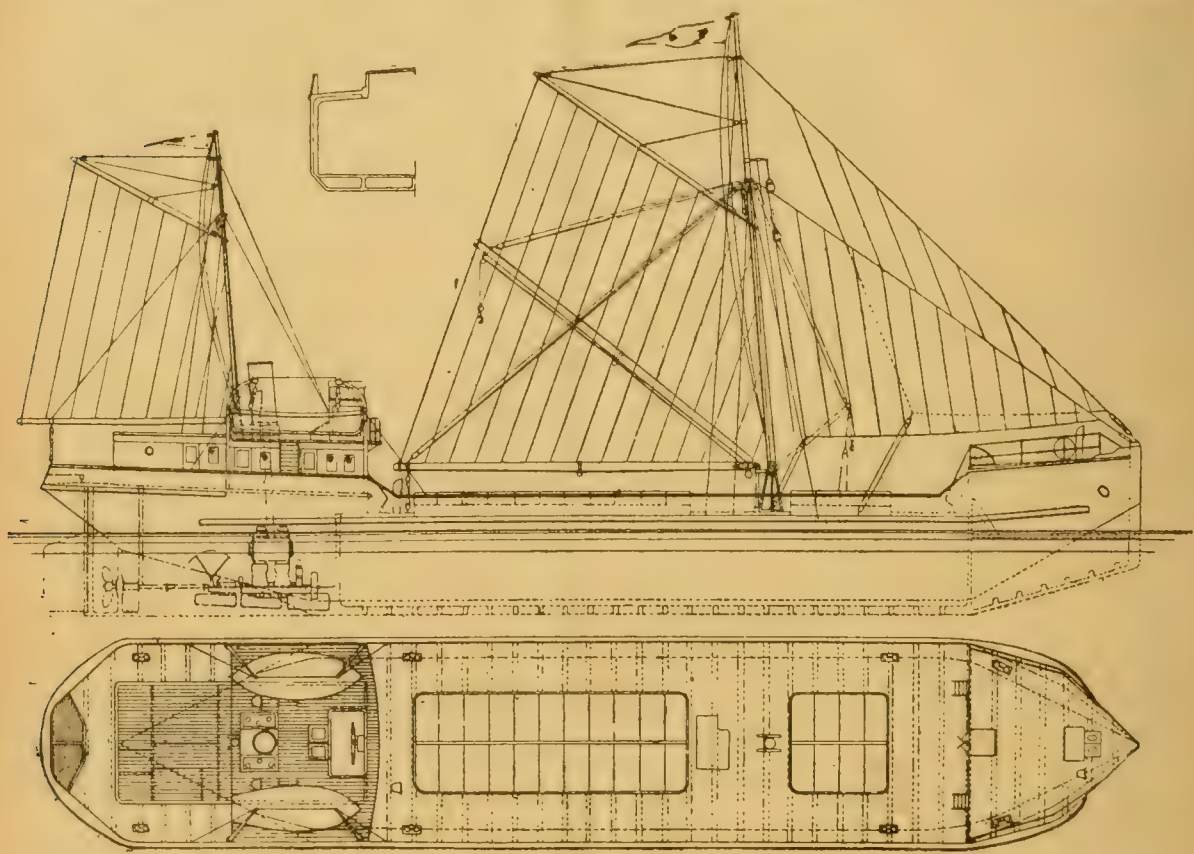


Fig. 5. — *Plan, élévation et coupe d'un voilier en ciment armé système Pollock.*

A côté des coques moulées d'une seule pièce, dans un immense coffrage en bois, ce qui est actuellement le cas le plus usuel, nous devons signaler plusieurs systèmes anglais, procédant par éléments moulés à l'avance, et assemblés au moment de construire le navire. Nous citerons en particulier le système Ritchie, exploité par la Concrete Seacraft C°, à Fiddlers Ferry (Angleterre). Les éléments A, B (fig. 7) comportent

chacun une partie de la coque et une partie de couple ou de nervure; à l'assemblage, ils viennent se juxtaposer et former un ensemble solidaire, grâce aux armatures diagonales N, et aux éléments diagonaux P, qui les entretoisent. Les poutres longitudinales J sont moulées sur le chantier, et complètent cet entretoisement. Les plus importantes sont les consoles C supportant le pont K, les membrures L supportant les cloisons ou « hiloires d'écoutilles » M, enfin les poutres de fond E et de quille D.

On revendique pour ce procédé l'économie de bois des coffrages, la rapidité de la construction, l'économie réalisée par le moulage en grande série de chaque type d'élément, et enfin l'obtention d'une surface extérieure de coque, qu'on peut lisser à la truelle avant prise complète du béton, ce qui diminue le coefficient de frottement dans l'eau. Ce point a une importance notable pour les navires de mer; on sait que ceux qui ne sont pas passés au bassin depuis longtemps et dont la carène, incrustée de coquillages, est devenue rugueuse, perdent beaucoup de leur vitesse.

Ajoutons que l'on s'efforce, tout naturellement, de réaliser le béton de poids spécifique le plus léger possible pour diminuer le poids du navire. Aux Etats-Unis, on a obtenu d'appréciables résultats dans cette voie, en substituant au gravier ordinaire de petits morceaux d'argile cuite dans des fours à briques, puis concassée et criblée aux dimensions voulues; le sable est également remplacé par la poussière de cette même argile cuite. Le dosage de ciment est un peu renforcé. D'après une note récente de l'*Engineering*, on obtient ainsi du béton n'ayant que 1,80 de densité, et résistant à près de 300 kilogs par centimètre carré, à la compression.

* * *

Il est difficile de prévoir, actuellement, quel avenir est réservé aux constructions navales en béton armé. La preuve est faite maintenant que ce matériau est parfaitement utilisable, et donne satisfaction au point de vue technique, à condition, bien entendu — comme pour toute construction quelconque — qu'il soit bien calculé, et bien mis en œuvre, car il ne supporte pas de malfaçons. Au point de vue économique, son excès de poids par rapport à la tôle d'acier fait que, suivant les prix respectifs des matières premières, on aura intérêt à préférer l'une ou l'autre construction. En tout cas, pendant un certain nombre d'années au moins, la pénurie générale d'acier, surtout dans les pays non producteurs, fera grandement apprécier les services du béton armé, même si ces services ne doivent être que temporaires.

M. Fourniols.

Fig. 6. — *Demi-coupe de la carcasse d'un remorqueur de mer en ciment armé construit pour l'Amirauté britannique par la Wear Concrete Building C°.*

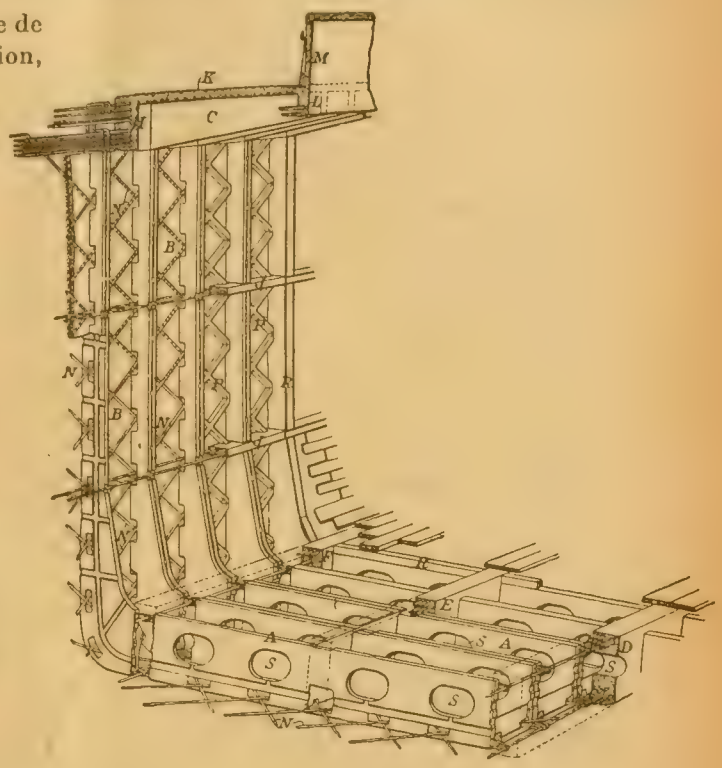


Fig. 7. — *Eléments de coque en béton armé moulés d'avance en série et assemblés sur le chantier* (d'après *Engineering*).

LES FORÊTS A MADAGASCAR

Madagascar est extrêmement peu boisé; dès 1872, une carte schématique dressée par M. A. Grandidier, à la suite de ses explorations, a montré dans ses grandes lignes la curieuse disposition des forêts qui, d'après les récentes études de M. Fauchère, ne couvriraient que le trentième de la superficie de l'île; en effet, le massif central est pour ainsi dire dépourvu d'arbres et le Sud, dont le climat est très sec, n'offre qu'une brousse semée çà et là d'arbres et de plantes xérophiles. Les seules régions véritablement boisées sont, d'abord et surtout, le versant oriental tout le long duquel s'étend sans interruption, depuis Fort-Dauphin jusqu'auprès de Vohémar, la grande forêt de l'Est; elle est composée d'arbres à feuilles persistantes[1] et est coupée de nombreux et vastes *sahavoka* nus ou déboisés, immenses clairières couvertes de grandes plantes herbacées, — telles que *longoza* ou amomes, etc., — de bambous, de *ravinala* (arbres du voyageur) et de menus bosquets; puis la région occidentale où les arbres, dont les feuilles tombent pendant la saison sèche, forment des forêts ou bois plus ou moins étendus, disséminés dans toute cette zone : d'après le Rev. R. Baron, on retrouve à peine dans l'Ouest 4 % des végétaux de l'Est.

L'aspect pittoresque des forêts qui s'étagent sur le versant oriental, couvrant une série de pics et de vallées sur une largeur de 40 à 70 kilomètres, et la puissance apparente de la végétation tant arborescente qu'herbacée qui le revêt, ont avec raison suscité l'admiration des voyageurs; mais ceux qui ne se sont pas contentés de jeter sur elles un coup d'œil hâtif et qui ont étudié, d'une part, le sol et, d'autre part, les végétaux qui y poussent sont moins enthousiastes de la fertilité de la majeure partie de cette région, pourtant si belle au premier aspect.

Ces forêts ont souvent un aspect grisâtre dû aux lichens et aux mousses qui tapissent les troncs et les branches de la plupart des arbres; néanmoins, si ceux-ci ne témoignent pas d'une végétation forte et luxuriante, les lianes très nombreuses qui s'enroulent autour d'eux passent de l'un à l'autre, et rendent impénétrables des massifs entiers, les bambous et les fougères y abondent et les nombreuses plantes épiphytes donnent au paysage un charmant aspect.

Le sol est produit par la désagrégation des roches cristallines anciennes; il a une composition minéralogique assez uniforme, à l'exception de certains cantons très limités, qui ont une origine géologique différente; l'argile rouge, très compacte, qui le constitue est essentiellement ingrate; la silice et l'alumine, qui sont des principes inertes, y abondent et les éléments minéraux indispensables à la formation des tissus végétaux y manquent presque totalement; l'argile rouge de Madagascar n'est pas en effet un silicate double d'alumine et de potasse, mais un simple silicate d'alumine; cette pauvreté en principes alcalins empêche les microorganismes nitrificateurs d'exercer leur action biologique et fait que, en présence des acides humiques libres, l'azote se maintient longtemps en combinaisons organiques dont les végétaux ne tirent pas directement profit.

Avec le temps, sur cette terre rouge s'est déposée une mince couche d'humus de 10 à 20 centimètres sur les versants, malgré la décomposition sur place des matières végétales depuis des siècles, et de 25 à 75 dans les bas-fonds et les vallées; beaucoup de ces forêts n'ayant encore jamais été exploitées, il peut paraître étonnant qu'elles n'aient pas enrichi ce sol sur une profondeur plus considérable, mais c'est que, dans la plupart, la végétation est lente[1] et les arbres, qui presque tous sont à feuilles persistantes, ne fournissent que peu d'apports organiques capables de l'amender.

Ces forêts ne sont pas composées comme en Europe de deux ou trois essences seulement; elles en comprennent une centaine et plus, poussant pêle-mêle, formant un taillis serré, ce qui n'est ni bon, ni utile[2]; d'autre part, ce sont à

1. Il n'y a que quelques essences qui perdent leurs feuilles en saison froide : *voamboana* (*Dahlbergia*), *maitsoririna* (*Celtis gomphophylla*), *hazotokana* (*Vernonia*), *ramy* (*Canarium*) et *sevalahy* (*Piptademia Perveillei*).

1. « En étudiant les couches annulaires des troncs, qui indiquent l'accroissement annuel de l'arbre, on voit que leur épaisseur est toujours faible, de 1 à 2 millimètres seulement pour les bois durs et lourds, de 4 à 5 au plus pour les bois très légers; cet accroissement est inférieur à celui qu'on trouve d'ordinaire en France, de sorte que la végétation des forêts à Madagascar, pays tropical, n'est pas aussi vigoureuse que dans nos pays tempérés. » (THIRY, inspecteur-adjoint des Eaux et Forêts à Madagascar : La forêt de Manjakandriana, *Bull. Econom. de Madag.*, 1902, p. 247.)

2. Il y a une grande variété d'essences et un mélange d'arbres de tous les âges et de toutes les dimensions : « dans la forêt de Manjakandriana (à l'ouest de l'Antsihanaka et de la vallée de Mangoro), on trouve en moyenne

peu près les mêmes essences qu'on retrouve en allant du nord au sud, en se tenant à une même altitude, mais, quand on va de l'est à l'ouest, il y a des différences dans l'aspect et la constitution des peuplements forestiers[1]. Dans la zone littorale on trouve des *ravinala*, des *vakoas*, des *Cycas*, des *filaos* et divers palmiers[2], des copaliers[3], des *hintsina* (*Afzelia bijuga*), des *ramy* (*Canarium*), des *hatafa* ou badamiers (*Terminalia catappa*), des *vontaka* (*Brehmia spinosa*), etc.; dans la zone moyenne abondent diverses espèces de *vakoas*, des *Dracænas*, des bambous, des rafias, et ainsi que dans la zone supérieure, des ébéniers[4], des *voamboana*, *hazovola* ou *volomborona*[5] qui donnent du bois de palissandre, des *andramena* ou bois de rose, des *vintanina* (*Callophyllum parviflorum*), des *takamaka* (*C. inophyllum*), des *nato* (*Imbricaria madagascariensis*), des *ambora* (*Tambourina* divers), des *rotra* (*Eugenia* divers), des *lalona* (*Weinmannia* divers), des *ramy* de différentes espèces, etc.

Les zones littorale et moyenne, depuis le bord de la mer jusqu'à l'altitude de 600 mètres environ, ont été déboisées en partie par les incendies qu'y allument dès longtemps les Betsimisaraka pour cultiver le riz de montagne, et, depuis quelques années, par les Européens pour y prendre du bois[6], et, une fois déboisé, le sol, qui est d'ordinaire fort aride, se couvre uniquement de plantes herbacées, notamment des *longoza* (*Amomum angustifolium*), au milieu desquelles se dressent quelques arbres échappés à l'incendie, fréquemment des *ravinala* qui, grâce au tissu spongieux et aqueux de leurs tiges, résistent au feu, ou bien ont repoussé dans quelque coin de bonne terre. La zone supérieure est encore très boisée, et, tandis que, dans les zones inférieure et moyenne, les essences précieuses sont aujourd'hui assez rares, elle en contient encore beaucoup au milieu de bambous, de fougères arborescentes, de lianes, d'épiphytes, de ronces, etc.

La destruction des forêts du versant oriental, qui s'est accentuée depuis 1880, a-t-elle pour conséquence une modification de climat défavorable pour l'agriculture? Cette opinion a été soutenue; toutefois, il semble difficile d'admettre, dans un pays où domine le régime régulier des moussons, que le déboisement puisse avoir un effet analogue à celui qu'il a dans nos contrées à vents variables.

La région occidentale a aussi de belles forêts s'étendant parallèlement à la côte depuis le cap d'Ambre[1] jusqu'à l'Onilahy en larges bandes qui toutefois ne sont pas continues et n'offrent pas de futaies serrées comme dans la région orientale, mais forment d'importants massifs coupés d'espaces nus ou le plus souvent de plaines semées d'arbres isolés[2] ou réunis en bosquets[3]; les principaux massifs sont ceux de la province d'Analalava, des bassins de la Sofia et du Mahajamba, du versant occidental du Bemaraha dans le Menabé et d'Analavelona entre le Mangoky et l'Onilahy.

Tandis que le versant occidental du Bemaraha est boisé, le plateau qui domine la chaîne est balayé toute l'année par des vents violents et n'a par conséquent aucune végétation arborescente, pas plus d'ailleurs que le versant oriental, tant par suite des conditions météorologiques que par la nature du sol; il n'y a d'arbres que dans les fonds de vallée et le long des rares ruisseaux qui y coulent.

Beaucoup de personnes croient que toute la région de l'Ouest était jadis boisée; c'est peu vraisemblable, car s'il est certain d'une part que

50 espèces ligneuses par hectare, chaque arbre semblant avoir de la répulsion pour ses semblables » (THIRY : *loc. cit.*, 1902, p. 323). — Les essences précieuses sont un peu plus abondantes que les essences secondaires. M. Louvel, qui a fait le compte des diverses essences dans 16 lots pris au hasard dans la forêt d'Analamazaotra, lots couvrant une superficie de 139 hectares, a trouvé qu'il y avait en moyenne, par hectare, 539 essences précieuses, soit 14 vieux arbres (d'une circonférence supérieure à 1 m. 40), 52 arbres moyens (ayant de 1 m. à 1 m. 40 de circonférence) et 473 petits arbres (ayant une circonférence de 0 m 25 à 1 m.). (LOUVEL, garde général stagiaire des Eaux et forêts de Madagascar : *loc. cit.*, 1909, p. 318 et 322.)

1. Aussi bien du reste que dans les forêts de la région occidentale (GIROD-GENÈT, ancien chef de la Mission forestière à Madagascar : *Aperçus sur les forêts de Madagascar*, 1904, p. 16).

A titre d'exemple on peut citer la forêt de Manjakandriana qui s'étend à l'ouest de la vallée du Mangoro et de l'Antsihanaka sur une largeur de 5 à 20 kilomètres et dans laquelle les essences qui abondent dans la partie orientale se rencontrent rarement dans la partie occidentale.

Par contre, du nord au sud, les essences varient peu suivant les méridiens.

2. *Areca lutescens*, divers *Neodypsis*, *Chrysalidocarpus*, etc.

3. *Nandrofo* ou *Tandrorofo* (*Hymenæa verrucosa*).

4. *Hazomainty* (*Diospyros* divers), *ikirina*, *lavaravina*, et *belapao* (3 espèces de *Diospyros* dont la première donne un bel ébène, la seconde un bois moins noir et la troisième un ébène de qualité inférieure), *hazo mafana* (*D. megasepala*) [bois médiocre].

5. *Dahlbergia* divers.

6. Notamment dans la région de la baie d'Antongil qui constitue un des massifs forestiers les plus importants de la côte Est. Cette forêt, qui s'étend jusqu'à 70 ou 80 kilomètres à l'intérieur, a été, depuis 1887, l'objet de nombreuses exploitations qui, quoiqu'elles ne se soient attaquées qu'aux régions voisines de la côte, n'ont pas donné de résultats brillants.

1. Les végétaux caractéristiques de l'Ouest ne se montrent qu'à partir d'Anorontsangana; au nord du 14e parallèle la flore a de grandes analogies avec celle de l'Est.

2. Lataniers (*satrana*), baobabs, tamariniers, *sakoa* (*Spondias edulis*).

3. Plusieurs ébéniers (*Diospyros*), le santal, l'*hazomalany* ?), le *mangarahara* (*Colea longipetiolata*) et diverses espèces existant aussi dans l'Est, telles que *nato*, *voamboana*, *lalona*, *rotra*.

les Sakalava ont défriché par le feu certaines parties boisées pour y faire leurs *hatsaka* ou champs de maïs, de manioc, il l'est aussi de l'autre que leurs défrichements ne se sont attaqués qu'au taillis, à la brousse et que par conséquent les gros arbres n'ont pas pu être atteints par l'incendie.

La côte Ouest est bordée de beaux bois de palétuviers qui entourent les baies ainsi que les estuaires des fleuves; ce sont des arbres exclusivement marins; certains ont leurs racines et une partie du tronc perpétuellement immergés, tandis que d'autres sont soumis aux alternatives du flux et du reflux; sur les dunes de sable qui longent la plage, au milieu d'une brousse clairsemée[1] s'élèvent çà et là quelques *kily* ou tamariniers, des *lamoty* ou pruniers malgaches, des *mokotra* (*Brehmia spinosa*) et divers palmiers, dans le Sud, des *satrana* (*Hyphene coriacea*), dans l'Ouest et le Nord-Ouest, des *mailaka* ou *mokoty* (*Strychnos spinosa*), des *dimaka* (*Borasmus flabellifer*); au delà des dunes, il y a des bois assez denses que dominent les baobabs, les tamariniers, les *sakoa* (*Spondias dulcis*) et, plus à l'est, de belles forêts où croissent les *lopingo* (*Diospyros leucomelas et D. Perrieri*) ou ébéniers, les *manary* (*Dahlbergia* de diverses espèces) ou palissandres, les *trimaha masabary* (?) ou bois de rose, les *masonjany* (*Santalina madagascariensis*) ou santals[2], et où se trouvent de nombreuses lianes donnant du caoutchouc; enfin, dans le Menabé, sur le versant occidental du Bemaraha, s'étale la grande forêt d'Antsingy qui renferme des ébéniers, des *ramy* (*Canarium* de diverses espèces), etc. Dans ces forêts le sous-bois n'y est pas un fourré inextricable comme dans l'Est; les arbres de haute futaie y sont plus droits et tendent à se grouper par essences; contrairement à ce qui se passe dans celles de l'Est où l'humidité, qui y est constante, entretient la végétation toute l'année, les arbres de l'Ouest perdent leurs feuilles pendant la saison sèche.

Quant à la région centrale, on n'y aperçoit guère en fait d'arbres que quelques *Ficus*, *aviavy* (*F. megapoda*), *amontandahy* (*F. tricophlebia*) et *amontambavy* (*F. Baroni*), qui ont une grande puissance végétative[3], et des arbres fruitiers ainsi que des eucalyptus et des lilas du Cap qui ont été importés assez récemment; aussi toute cette région a-t-elle un aspect monotone.

Autour du massif de l'Ankaratra, dont le sol d'origine volcanique est meilleur, il y a çà et là des boqueteaux de quelques dizaines d'hectares de superficie et qui, tous ensemble, ne couvrent guère plus d'un millier d'hectares; là commencent les petits bois de *tapia* (*Chrysopia microphylla* et *Ch. Bojeri*), qui constituent des groupes sans mélange couvrant entre 20 et 150 hectares, ainsi que le *tsitoavina* (*Dodonæa madagascariensis*) qui sert, comme le *tapia*, à l'élevage des vers à soie.

Dans la même région, on trouve encore çà et là quelques arbres et arbustes : *topo* (?), *voara* (*Ficus tiliaefolia*), *lalona* (*Weinmannia Bojeriana*), *tsitsihina* (*Dicoryphe viticoides*) [dans le Vakinankaratra], *tsitakajaza* (*Vaccinium secundiflorum*), *hazontoho* (*Myrsine madagascariensis*), *dindadingana* (*Psiadia dodoneaefolia*) [arbuste à fleurs jaunes en grappes épaisses]..., etc. — A Antsirabé, il y a quelques *Eucalyptus* et des *Melia azadarach* introduits par les missionnaires norvégiens.

L'Extrême-Sud a, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, une végétation particulière, étrange : pas de futaies, mais des plantes xérophiles qui se sont adaptées au climat extraordinairement sec sous lequel elles vivent; généralement, ces plantes se constituent une réserve aqueuse dans leurs tiges ou dans leurs rameaux qui sont soit laticifères, soit spongieux; elles sont épineuses et leurs feuilles, lorsqu'il y en a, ne font qu'une brève apparition pendant la courte durée des pluies : ce sont des Euphorbiacées arborescentes, cactiformes, à tiges soit ligneuses, soit charnues et épineuses, soit aplaties ou cylindriques, des *Didierea* qui sont de très curieuses Sapindacées[1], des *Pachypodium*, de la famille des Apocynacées, dont la tige, tout hérissée d'épines acérées, est gorgée d'eau, et, aujourd'hui, des nopals ou figuiers de Barbarie qui entourent presque tous les villages d'une ceinture quelquefois épaisse de plusieurs dizaines de mètres.

***

Des forêts de Madagascar, on tire de bons bois pour la construction, qu'on emploie dans la charpente et la menuiserie; d'autres qu'on utilise avec succès pour l'industrie, l'ébénisterie,

1. Composée principalement de *benjavily* (?), d'*alanda* (?), de *satroboay* épineux (*Amaranthus spinosus*), etc.

2. Dont parlent déjà le R. P. Mariano en 1614, Boothby en 1644, le colonel Robert Hunt en 1650, etc.

3. On y trouve encore çà et là quelques arbres et arbustes : *lampivahitra* ou *hazondrano* (*Mascarenhasia speciosa*), *fantskahitra* (*Plectronia buxifolia*), *mokarana* (*Mokaranga* d'espèces diverses), *tsiho* (*Salix madagascariensis*), *malambovany* (*Gomphia persexefolia*), *taimboalavo* (?), *ambiaty* (*Vernonia appendiculata*), *sévabé* (*Solanum auriculatum*), etc.

1. Par conséquent de la même famille botanique que les marroniers d'Inde, dont ils ne rappellent cependant ni le port, ni le facies, ayant l'aspect d'un cactus cierge.

le bordage des navires et la fabrication de pirogues ou qu'on transforme en pâte à papier.

Le commerce du bois de charpente, comme celui du bois de chauffage, avait une grande importance dans le centre de Madagascar qui est nu, presque sans arbres ; le transport à dos d'homme, avant l'ouverture des routes actuelles, en élevait beaucoup le prix, et, dans la plupart des maisons, on brûlait de l'herbe sèche ou de la paille, qu'on vendait encore au marché de Tananarive, en 1897, de 0 fr. 40 à 1 fr. 60 la botte selon sa grosseur.

Les bois de charpente et de menuiserie sont nombreux : ébène, palissandre, bois de rose, acajou, bois de santal ; ayant eu une croissance très lente dans le mauvais sol qui constitue la plupart des montagnes malgaches, ils sont durs et résistants, et ils ont souvent une densité supérieure à celle de nos meilleures essences ; il y en a d'excellents pour pilotis et pour faire ces grands plats creux qu'on appelle des batées et qui servent au lavage de l'or alluvionnaire.

Dans le Sud et dans l'Ouest, on se sert ou du moins on se servait de « vaisselle en bois » (que faisaient les hommes, tandis que les femmes faisaient les vases en terre, *siny* ou jarres et *vilany* ou marmites) : plats creux ronds ou carrés, portés par quatre petits pieds, cuillers, *angolo* ou tronçons d'arbre creusés qui servent comme fontaines pour conserver l'eau dans les maisons ou comme seaux pour aller chercher l'eau à la rivière.

Les Roandriana et les Anakandriana, ou nobles antanosy, « étaient, pour la plupart, charpentiers », dit Flacourt en 1658, et 200 ans plus tard il en était encore de même ; ils maniaient le ciseau, le poinçon et la gouge avec fierté et tenaient ce métier à honneur.

De tout temps, les Malgaches ont construit et construisent encore avec une grande habileté des boutres et surtout des embarcations, canots et pirogues, ces dernières simples ou à balanciers, qui tiennent fort bien la mer.

Avec certaines écorces, on fait d'excellent tan et des teintures résistantes, ou encore de la vannerie et des cordes. Il y a des plantes les unes textiles, les autres tinctoriales, et d'autres qui fournissent d'excellent caoutchouc, diverses gommes et résines ou des graines oléagineuses.

Les indigènes utilisent l'écorce de divers arbres des forêts pour tanner les cuirs, mais ce sont les écorces des palétuviers des côtes Nord-Ouest et Ouest, dont la teneur en tanin approche de 25 % de l'écorce sèche, qui donnent lieu depuis quelques années à un commerce important. Ils se servent aussi des écorces de nombreux arbres pour teindre leurs tissus en rouge-brun, en noir et en jaune, quoique, pour cette dernière nuance, ils emploient de préférence le safran ou *tamotamo* (*Curcuma longa*) ; le bleu est obtenu à l'aide d'indigo ou *engitra*, *aika* (*Indigofera tinctoria*).

Avec certaines plantes de la forêt, *rafia*, *akondro-sarika*, *somangana*, *fanto*, on fait des vêtements ; avec d'autres, telles que *lakatra*, *lafa*, *dara* et plusieurs plantes de marais, on fait des corbeilles, des étuis ; les fibres du *vakoa*, du *satrana*, du *dimaka* peuvent être utilisées pour des nattes ou des sacs. Il y en a, comme les *vonitra*, avec lesquelles on fait des brosses, et d'autres : *hirija*, *boutaka*, *lombiro*, *hafotra*, *besofina*, qui donnent de la filasse.

L'exportation des fibres de *rafia*, qu'emploient les horticulteurs pour le greffage et les vignerons pour attacher les ceps, est importante.

Il y a longtemps qu'on connaît l'existence à Madagascar de plantes donnant du caoutchouc. En 1768, Rochon parle déjà du « *finguière* » [*fingitra*] du Nord-Est, « qui donne un suc laiteux, se coagulant en une substance singulière, la gomme élastique », et, la même année, de Valgny cite le « lounagoum-nano » [*lomano andrano*], « gomme élastique s'étendant à volonté comme une corde de boyau et, lorsqu'on lâche un bout, se retirant sur l'autre avec vitesse ». Mais ce n'est que depuis le milieu du XIXe siècle qu'il s'est fait un certain commerce de caoutchouc dans l'Est ; le Gouvernement merina, ayant à cette époque cessé toutes relations avec l'Europe, a vendu toute la production à M. Mack, gérant à Majunga d'une maison américaine de New-York au prix de 60 à 80 francs les 100 kilogs. Depuis Radama II, l'exploitation s'est développée ; elle a été intense, de 1868 à 1888, sur la côte Nord-Est entre le cap Masoala et la rivière Lokoho qui en est distante de 170 kilomètres environ ; le premier envoi du Sud-Est, de 12 tonnes, a été emporté de Mananjary, en 1870, par le capitaine Cavaro ; le kilogramme revenait aux traitants, qui le payaient moitié en argent et moitié en marchandises, à 0 fr. 60 et ils le vendaient au navire 1 fr. 60. Depuis lors l'exportation a pris un grand essor et les prix ont monté ; le kilogramme valait déjà, en 1872, à Tamatave 3 fr. 50, en 1890 de 4 fr. 70 à 5 fr. 30 ; à Mananjary et à Vohemar, de 3 fr. à 3 fr. 50, et à Majunga, de 4 fr. à 4 fr. 60. Dans l'Ouest, on en a fait, en 1873, au Menabé, 55 tonnes, qui en séchant ont perdu 42 % de leur poids et ont été vendues à Nosy bé au prix de 2 fr. 70 à 3 fr. le kilogramme ; à Tulear, le kilog de caoutchouc était payé, en 1909, de 3 fr. à 4 fr. 50 et, en 1910, de 4 fr. à 6 fr. 50.

Tandis que, en Amérique, au Lagos, en Afrique et à Java, les caoutchoutiers sont d'ordinaire de beaux et grands arbres, les essences malgaches sont plus modestes ; il y a à Madagascar une grande diversité de plantes à latex donnant du caoutchouc, du *herotra* [litt. : de la crème] ou du *matezaroritina* [litt. : (une matière) qui se laisse étirer] comme disent les Malgaches en général, ou du *mpira* selon l'expression des habitants du Nord-Ouest qui ont adopté le nom soahili ; on compte en effet une vingtaine d'Apocynées (*Landolphia* et *Mascarenhasia*), une dizaine d'Asclépiadées (*Cryptostegia*, *Marsdenia*, *Kompitsia*), deux ou trois Euphorbiacées (*Euphorbia*), etc., mais la plupart sont des plantes grimpantes, des lianes, ou des arbustes, d'ordinaire confinés dans des zones de peu d'étendue.

Si les espèces caoutchifères sont nombreuses, elles sont disséminées, et la plupart des forêts ont été promptement appauvries. La richesse de leur latex en caoutchouc est extrêmement variable : par exemple, on compte environ pour les *lombiro* (*Cryptostegia madagascariensis*) 2 %, pour les *mavohavana* (*Plectaneia microphylla*) 10 %, pour les *ravinengitra* (*Landolphia crassipes*), les *fingotangitra* (*L.*?) et les *talandoha* (*L. Richardiana*) 12 %, pour les *piralahy* (*L. Perrieri*) d'excellente qualité 17 %, pour les *fingomena* (*L. hispidula*), les *raiabo* (*L. sphærocarpa*) et les *langalora* (*Secamonopsis madagascariensis*) de 15 à 25 %, pour les *pirahazo* (*Euphorbia pirahazo*) de 30 à 40 %, et pour les *barabanja* (*Mascarenhasia arborescens* et *M. lanceolata*) et les *kidroa* (*M. aneeps* et *M. lisianthiflora*) de 40 à 50 % ; du reste, cette teneur du latex en caoutchouc varie non seulement suivant l'époque, étant beaucoup plus grande à la fin de la saison sèche qu'en saison de pluies, mais aussi suivant l'altitude et même suivant les sujets.

La quantité de caoutchouc qu'on peut retirer annuellement de ces diverses plantes est également très variable : pour les *bokalahy* (*Marsdenia verrucosa*) 12 à 20 grammes, les *kompitso* (*Kompitsia elastica*) 20 à 30 gr., les *langolora* (*Secamonopsis madagascariensis*) 10 à 40 gr. sous la forme d'arbustes et 125 gr. sous la forme de lianes, les *kidroa* (*Mascarenhasia arborescens*) 300 à 500 gr. et les *pirahazo* (*Euphorbia pirahazo*) 400 à 800 gr. et 4 à 5 kilogrammes si on le détruit ; en abattant l'*intisy* (*E. intisy*), ce qui est l'usage, on recueille 500 gr. de caoutchouc.

Le suc laiteux et visqueux qui s'écoule des incisions qu'on fait à ces diverses plantes et qu'on obtient soit en tailladant, en saignant le tronc, soit en coupant la tige et les rameaux en tronçons qu'on laisse égoutter, soit en broyant les écorces, se coagule difficilement suivant la plante dont on le tire, tantôt spontanément (*intisy*, *kidroa*, *pirahazo*, *lokabé*), ou par simple ébullition (*lombiro*, *barabanja* du Nord-Est, etc.), tantôt par l'addition d'acide sulfurique étendu d'eau ou bien de jus de citron, d'acide citrique, d'eau de mer ou de sel de cuisine (qui sont tous les quatre de mauvais coagulants) ou encore du suc de plantes diverses ; le mode de coagulation, ainsi que l'époque de la saignée, ont une grande importance au double point de vue de la quantité et de la qualité et par conséquent de la valeur du caoutchouc. C'est le matin et le soir que se pratiquent les saignées : il y a des Malgaches, comme les Antimorona, qui obtiennent le caoutchouc des *Mascarenhasia* en allumant du feu au pied de l'arbre et arrachant l'écorce qui se détache sous l'action de la chaleur et qu'ils pilonnent dans leurs mortiers à riz.

Dans quelques concessions, on a introduit des machines qui broient les lianes et donnent de bons produits, mais comme elles les détruisent, on oblige les exploitants à constituer des réserves.

La dessiccation diminue notablement le poids du caoutchouc que les traitants achètent aux indigènes, quelquefois de près de moitié, et il y a des commerçants qui, au début de leurs transactions, ont fait de ce chef des pertes considérables.

Il y a naturellement diverses qualités de caoutchouc et les Malgaches ne se font pas faute de frauder, de falsifier les produits qu'ils vont récolter en forêt, soit en englobant dans les boules des corps étrangers, terre, cailloux ou autres, soit, depuis qu'on exige qu'ils présentent les boules coupées, en mélangeant des caoutchoucs de qualités différentes ou même en y ajoutant des gommes visqueuses, non élastiques, comme le *robanga* ; on a pris, il y a quelques années, des mesures qui empêchent jusqu'à un certain point ces falsifications et on en a pris aussi pour empêcher la disparition des lianes : les Malgaches auxquels est accordée l'autorisation d'exploiter les forêts domaniales doivent en replanter. Dans l'Est, on a fait des semis des meilleures essences indigènes, et on a tenté récemment d'acclimater de bonnes espèces étrangères, telles que *Funtumia elastica*, *Castilloa*, *Hevea brasiliensis* et *Manihot Glaziovii*.

Aujourd'hui, si l'on laisse de côté les lianes pauvres en caoutchouc ainsi que celles qui sont trop rares pour être utilisées industriellement ou qui, ayant été l'objet d'une exploitation intensive, n'existent plus qu'en petit nombre, il ne reste dans l'ouest de Madagascar, dit M. Perrier

de la Bâthie, pouvant être utilement exploités que le *Landolphia Perrieri* et les *Mascarenhasia arborescens*, *lisianthifolia* et *lanceolata*, dont le nombre par hectare varie suivant les régions de 4 à 8, sauf aux environs du Sambirano où il en a compté de 25 à 30.

Parmi les gommes qui, à Madagascar, sont l'objet d'un commerce assez important, la principale est produite par le copalier [*Trachylobium verrucosum*], le *tandroroho* ou *nandrorofo* des Betsimisaraka et des Antankarana, et le *tandrona* des Antaimorona; les indigènes la désignent sous le nom de *ditin-frandroroho* ou *sandarosy*, ce dernier mot étant l'appellation soahili.

Les copaliers sont communs depuis Vohémar jusqu'à Andovoranto, mais c'est dans la zone littorale sablonneuse comprise entre l'ancien fort d'Amboaniho (au sud de Vohémar) et Antalaha, sur une longueur d'environ 160 kilomètres et une largeur de 4 à 5, qu'ils sont le plus abondants et le plus productifs : plus au sud, jusqu'à Tamatave et même jusque dans l'Anosy, on trouve des copaliers ainsi que dans l'extrême nord, mais ils sont beaucoup moins nombreux et produisent moins de gomme.

Les exploitations forestières sont généralement localisées sur les côtes. Même dans celles qui sont dirigées par des Européens, l'abatage des arbres est défectueux, les indigènes, comme le remarque avec raison M. Thiry, ne les coupant pas au ras de la terre, de sorte que les rejets partent du tronc et non de la souche, et ne faisant pas avec leur hache une section nette, de sorte que l'eau de la pluie qui l'imbibe amène promptement la pourriture du chicot; d'autre part, comme ils abattent les arbres à toute époque et les équarrissent et les débitent dès qu'ils sont abattus, le bois, se desséchant trop rapidement, se déforme et souvent se crevasse jusqu'au centre.

C'est du 15 avril au 15 septembre, et surtout en juin et en juillet qu'il faut couper les arbres à Madagascar, afin d'éviter la fermentation de la sève et la pourriture du bois.

Dans l'Est, les indigènes connaissent l'usage de la scie de long que leur ont appris les créoles, mais, d'ordinaire, ils ne font que deux planches dans le plus bel arbre, le fendant en deux et, avec la hachette, réduisant chaque moitié à l'épaisseur voulue. Il faut ajouter que, dès 1821, le charpentier français Legros a importé la scie de long en Imerina, mais son usage n'a jamais été généralisé.

Comme conséquence d'études récentes et en vue d'augmenter le rendement en bois de Madagascar, les agents forestiers voudraient éliminer des forêts de l'île certaines espèces secondaires telles que l'*harongana* (*Haronga madagascariensis*), l'*andrarezina* (*Trema Commersonii*), le *landemy* (*Anthocleista rhizophoroides*), le *vantsilana* (*Cussonia racemosa*), etc., et propager des espèces locales utiles, l'*hazotokana* (*Vernonia* sp?), le *vivaona* (*Dilobeia Thouarsii*), le *faralaotra* (?), le *vintanina* (*Calophyllum parviflorum*), le *nato* (*Imbricaria coriacea*), le *manary* (*Dahlbergia trichocarpa*), l'*ambora* (*Tambourissa parvifolia*), etc., par exemple. Cette substitution, séduisante au premier abord, peut réussir en des régions privilégiées au point de vue du sol, mais il semble difficile qu'un résultat sérieux puisse être obtenu dans la majeure partie des terrains forestiers.

G. Grandidier,
Secrétaire général de la Société de Géographie.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Petrovitch (Michel), *Professeur à l'Université de Belgrade.* — **Les Spectres numériques.** — *1 vol. gr. in-8° de 110 pages, avec préface de M.* Emile Borel (*Prix : fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1919.

Parmi les mathématiciens de l'heure présente, M. Petrovitch se distingue par une incontestable originalité, qui déjà s'était fait jour dans plusieurs de ses publications antérieures, notamment dans le curieux opuscule intitulé *La mécanique des phénomènes fondée sur les analogies* (paru en 1906 dans la collection *Scientia*), et qui s'affirme avec plus de force encore dans son nouvel ouvrage. La conception sur laquelle repose celui-ci est, en effet, vraiment neuve et même, peut-on dire, imprévue. Elle consiste, en fait, dans une algorithmie nouvelle comportant des procédés opératoires inédits, susceptibles d'applications curieuses et intéressantes. Cela est loin d'être banal.

Qu'est-ce donc qu'un spectre numérique, au sens de M. Petrovitch ? Etant donnée une suite de nombres entiers, positifs, complétons chacun de ces nombres par un certain nombre (constant ou variable, croissant ou périodique, nul au besoin) de zéros, placés à sa gauche, et formons un tout continu au moyen des divers groupes de chiffres ainsi constitués, placés sans interruption les uns à la suite des autres ; nous avons alors un *spectre numérique.*

On saisit immédiatement la raison d'être de cette appellation par suite d'une évidente analogie de structure avec les spectres lumineux. Chacun des groupes réunis dans le spectre en constitue une *tranche*, dont les zéros placés à gauche forment la *partie sombre*, et les chiffres significatifs, à droite, la *partie brillante*, ou *cannelure*, chaque chiffre qui y figure jouant ici le rôle de *raie*, etc.

Le groupement ainsi formé n'offrirait par lui-même aucun intérêt s'il ne se trouvait doué de propriétés importantes au regard de la suite des nombres entiers lui ayant donné naissance et ne se prêtait, lorsqu'il s'agit de déterminer cette suite, en vue de répondre à certaines conditions, à des procédés opératoires d'un nouveau genre, simples et expéditifs. Supposons, par exemple, que cette suite de nombres entiers se confonde avec celle des coefficients d'un certain développement (ou, tout au moins, que celle-ci s'y ramène par une transformation appropriée).

Le spectre correspondant, dans lequel le premier groupe à gauche est séparé du reste par une virgule, donne naissance à un nombre fractionnaire décimal qui peut apparaître comme la valeur d'une certaine expression analytique, dite *génératrice spectrale*, formée au moyen des nombres liés aux données. Cette valeur une fois obtenue, il suffit d'y distinguer les tranches successives du spectre, pour avoir d'un seul coup tous les coefficients du développement cherché.

On aura peut-être, par ce qui précède, l'intuition de ce que l'auteur appelle le *procédé spectral de calcul numérique*, qui consiste, d'après sa propre remarque, « à *disperser* en un spectre numérique les valeurs des inconnues, comme le prisme disperse le faisceau des rayons lumineux en un spectre lumineux, l'expression analytique Φ, la *génératrice spectrale* du problème, y jouant ainsi un rôle analogue à celui du prisme analyseur ».

Encore bien qu'assez vagues et incomplètes, les indications qui précèdent suffiront sans doute à faire saisir de quoi il s'agit dans ces nouvelles études du savant professeur serbe. Le volume dans lequel il les développe se divise en quatre parties.

Dans la première, sont établis les principes fondamentaux se rapportant non seulement aux spectres numériques tels qu'ils ont été ci-dessus définis pour une suite d'entiers positifs, mais encore à ceux que l'auteur fait correspondre à des suites d'entiers quelconques, réels ou imaginaires, et qui, au nombre de deux pour telle suite, sont constitués respectivement au moyen des valeurs absolues des parties réelles et des coefficients de l'imaginaire i dans ces nombres.

Une notion de première importance dans cette théorie est celle du *rythme spectral*, visant la loi de succession des groupes de zéros qui constituent les parties sombres du spectre. Pour un rythme donné (les plus simples étant le rythme constant et le rythme uniformément accéléré), M. Petrovitch montre comment on peut déterminer la génératrice spectrale correspondante permettant le calcul numérique du spectre, considéré, ainsi qu'il a été dit plus haut, comme un nombre fractionnaire décimal.

Deux autres notions, sur lesquelles s'arrête l'auteur, jouent encore un rôle important dans cette théorie : la *caractéristique spectrale principale*, qui ne dépend que des valeurs seules des termes de la suite et nullement du spectre considéré, et la *caractéristique qualitative*, qui ne dépend, au contraire, que de la répartition des cannelures, dans les spectres, ainsi que des signes des parties réelles et imaginaires des nombres de la suite, et aucunement de leurs valeurs numériques.

Toutes les propriétés fondamentales dans lesquelles interviennent ces diverses notions, établies dans la première partie, sont utilisées dans les trois autres, d'où se dégage le véritable intérêt du sujet, plus particulièrement de la quatrième.

La deuxième partie est consacrée à un mode de correspondance entre les fonctions d'une variable et les suites de nombres entiers ; elle met, par suite, en évidence le rôle que les spectres numériques peuvent être appelés à jouer dans l'étude de telles fonctions, grâce à des concepts à la fois ingénieux et profonds dont la mise en œuvre se fait par une savante analyse.

La possibilité d'établir une correspondance définie entre une fonction d'une variable et une suite de nombres entiers conduit bien naturellement à la notion de spectres de telles fonctions, étudiée en détail dans la troisième partie.

Dès lors sont fondées les assises de la *méthode spectrale* de calcul, à laquelle est réservée toute la quatrième partie, et dont l'auteur fait ressortir d'une façon frappante les curieuses analogies avec l'analyse spectrale en Chimie.

« Les inconnues, fait-il justement observer, se trouvent, dans le spectre numérique rattaché au problème, dispersées, séparées et déterminées comme cannelures et raies spectrales d'une manière analogue à celle par laquelle les éléments inconnus d'une substance chimique sont déterminés en analyse spectrale. La caractéristique spectrale y joue un rôle analogue à celui du faisceau lumineux émis par la substance à analyser ; la génératrice spectrale joue un rôle analogue à celui du prisme analyseur. »

Le rapprochement est assurément des plus curieux ; mais il ne se borne pas là. L'auteur fait voir encore, en illustrant sa thèse d'exemples bien caractéristiques, que les transformations par lesquelles on ramène, dans tous les cas, les inconnues à être des nombres entiers, sont l'équivalent des modifications préalables que, dans certains cas, on fait subir au faisceau lumineux émis par la substance à analyser avant de le disperser par le prisme, que les variations produites dans la dispersion d'un spectre numérique par le choix de la caractéristique qualitative sont de même genre que celles

qui sont dues, pour les spectres lumineux, au changement des conditions de l'expérience (température, pression, raréfaction), etc.

Les applications qui suivent, d'ordre arithmétique ou analytique, attestent la souplesse et la fécondité de cette méthode spectrale qui n'a sans doute pas dit son dernier mot; les unes ont trait à la partition des nombres, au nombre des diviseurs d'un entier variable, aux sommes des puissances semblables des nombres entiers consécutifs; les autres comprennent un procédé spectral de développement en séries, un procédé spectral d'évaluation des intégrales définies, enfin un mode de détermination spectrale des fonctions, à propos duquel l'auteur développe des aperçus très originaux jetant une lumière nouvelle sur le rôle joué par les suites de chiffres dans la détermination des fonctions, rôle que M. Borel avait eu, de son côté, l'occasion d'indiquer à propos de considérations d'un autre ordre sur la notion de fonction en général; ce mode de détermination renferme, au reste, le principe d'une classification des fonctions, sous le rapport spectral, qui, malgré son caractère artificiel, offre l'intérêt « de déterminer des fonctions définies par des conditions *très générales* et dépendant, dans un autre mode de classification, d'un nombre *infini* de paramètres, *à l'aide d'un nombre fini de données numériques* ».

Nulle caution ne pouvait valoir pour l'ouvrage celle qui lui est constituée par la préface de M. Emile Borel.

Ce maître éminent, après avoir loué M. Petrovitch de sa féconde innovation, ajoute : « Ses lecteurs, que je lui souhaite nombreux, trouveront dans ce livre, sous une forme aussi claire et simple que possible, l'exposition complète de sa théorie, rendue lumineuse par des exemples bien choisis. » Nous ne pouvons que nous associer sans réserve à ce souhait et à cette appréciation.

M. D'OCAGNE,
Professeur à l'Ecole Polytechnique.

2° Sciences physiques

Clerc (L.-P.), *Ingénieur, préparateur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris*. — **Les Reproductions photomécaniques polychromes.** SÉLECTIONS TRICHROMES, ORTHOCHROMATISME, PROCÉDÉS D'INTERPRÉTATION. — *1 vol. in-18 de XXIV-339 p. avec 73 fig., de l'*Encyclopédie scientifique (*Prix cart. : 7 fr. 50*). *O. Doin et fils, éditeurs, Paris*, 1919.

L'auteur de ce livre avait déjà écrit, pour l'*Encyclopédie scientifique* publiée sous la direction du Dr Toulouse, un traité des *Impressions photomécaniques monochromes*. Il n'avait donc plus à répéter, dans ce nouveau volume, l'exposé très complet qu'il avait fait des procédés de gravure photographique en général, et il devait s'en tenir aux particularités propres aux impressions en couleur. Ayant ainsi limité l'objet de son travail, il a pu réunir dans ces 339 pages tout ce qu'il est utile de savoir sur la question, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

L'Introduction est un bref historique de la trichromie.

La première partie contient une suite de considérations préliminaires : nature de la lumière, notion de la couleur, lumières colorées et couleurs pigmentaires, couleurs complémentaires, cercle chromatique, principes du procédé trichrome.

La deuxième partie traite de la sélection des couleurs : écrans colorés, tramés polychromes, pratique de la sélection.

La troisième partie a pour objet la synthèse du coloris; on y trouvera une étude très détaillée des encres, de l'établissement des planches d'impression et du tirage des épreuves.

Dans la quatrième partie, divers procédés d'interprétation un peu spéciaux sont successivement analysés : interprétation monochromatique de documents colorés (polychromes ou monochromes); illustration en deux couleurs; interprétations polychromes, faux décalques, etc.

Bien que l'ouvrage se suffise parfaitement à lui-même, M. Clerc y a ajouté un Index bibliographique qui facilitera les recherches à ceux qui désireraient approfondir davantage certaines questions.

Ernest COUSTET.

3° Sciences naturelles

DÉPARTEMENT DE L'AGRICULTURE AUX INDES NÉERLANDAISES. — **Mededeelingen van het Proefstation voor thee** (*Communications de la Station expérimentale pour le thé*)., n° L VII : **De Theecultuur in verschillende landen** (LA CULTURE DU THÉ DANS DIVERS PAYS).

1. **C. P. Cohen Stuart : De theeplant en de theecultuur in Fransch-Indochina** (LE THÉIER ET LA CULTURE DU THÉ DANS L'INDOCHINE FRANÇAISE).
2. **Ch. Bernard : De cultuur en de bereiding van thee in de Vereenigde Staten** (LA CULTURE ET LA PRÉPARATION DU THÉ AUX ÉTATS-UNIS).
3. **Ch. Bernard : Thee in Britsch-Nieuw-Guinea** (LE THÉ DANS LA NOUVELLE-GUINÉE BRITANNIQUE).
4. **J. J. B. Deuss : Thee in Natal** (LE THÉ AU NATAL). — *1 brochure in-8° de 40 p. avec 1 carte.* (*Résumé en français par* CH. BERNARD.)

Batavia, 1917.

Les lecteurs de la *Revue* s'intéresseront surtout au premier de ces quatre rapports. M. Cohen Stuart y a rassemblé les données bibliographiques, éparses et assez maigres, concernant la culture du thé au Tonkin, en Annam et dans la Cochinchine. En général, cette culture est passablement arriérée. Si l'on en excepte quelques rares établissements européens, le thé est à peu près exclusivement cultivé par les indigènes, dont les procédés sont surannés, et qui voient leurs bénéfices déprimés par l'intervention d'accapareurs chinois. Dans le Haut-Tonkin notamment, on ne fait la cueillette que trois fois par an, alors que le climat est comparable à celui des Indes anglaises et néerlandaises et le sol de bonne qualité; on plante à des distances de cinq à six pieds, ce qui réduit la production à moins de la moitié de ce qu'elle est à Java : enfin la récolte se fait en coupant les branches au niveau du tronc pour en enlever toutes les feuilles, jeunes et vieilles, alors que seules les jeunes feuilles, comme on sait, peuvent donner un thé convenable. Cependant les types de théier cultivés en Indochine semblent bons, et même avec leur fabrication défectueuse, les thés indigènes se paient à des prix assez élevés. Il suffirait donc que le Gouvernement et le capital français s'intéressent davantage à cette culture pour la développer d'une manière satisfaisante. Sous ce rapport, l'auteur attend beaucoup de l'activité et de la compétence de M. Chevalier.

En vue du travail général de sélection entrepris par la Station expérimentale pour le thé à Buitenzorg, les botanistes hollandais se sont mis en relation avec les Services de l'Agriculture en Indochine, lesquels se sont empressés de leur fournir du matériel des plantes de thé indigènes dans l'Asie française. Cette collaboration est de la plus haute importance, puisqu'on doit se procurer les types avant que les stations originales aient été défrichées et que des croisements aient eu lieu.

Il est très curieux d'apprendre qu'entre le delta du Tonkin et le Yunnan, on a découvert plusieurs stations du théier sauvage, sans que les habitants de la région aient songé à l'exploiter, sans même qu'ils aient soupçonné son existence. On sait que presque partout ailleurs les populations indigènes — et cela est également le cas pour le thé dans le Yunnan, au Siam, en Birmanie — connaissent depuis des époques qu'il n'y a plus moyen de déterminer historiquement les plantes à caféine de leur pays.

Ed. V.

Smallwood (W. M.). — **A text book of Biology,** *for students in general, medical and technical courses. Third edition. — 1 vol. in-8° de 306 p. avec 235 fig. et 8 pl. (Prix cart. : 3 doll.). Lea and Febiger, éditeurs, Philadelphia et New-York*, 1918.

Le Professeur Smallwood vient de publier une troisième édition considérablement augmentée de son Manuel de Biologie.

Voici rapidement esquissé le plan de cet ouvrage :

L'auteur débute par la monographie détaillée, à la fois anatomique, physiologique et embryologique, d'un animal de type complexe. Cette monographie comprend les sept premiers chapitres, et l'animal choisi est la Grenouille. A propos de la Grenouille, M. Smallwood examine brièvement, au fur et à mesure de leur rencontre, les différents problèmes biologiques généraux. Cette monographie constitue une solide introduction à l'étude de la Biologie.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des organismes unicellulaires, toujours envisagés au triple point de vue de l'anatomie, de la physiologie et des modes de reproduction : comme type d'animal unicellulaire est choisi le *Paramecium*, comme type de plante, le *Pleurococcus ;* un dernier chapitre enfin, le dixième, est relatif aux Bactéries et aux Levures.

Le onzième chapitre traite de cette question : qu'est-ce que la vie ?

Les chapitres XII à XIX sont d'intéressantes monographies de plantes et d'animaux divers.

Dans les chapitres suivants (XX à XXIII) sont successivement examinés : les processus d'adaptation, et à leur propos le parasitisme et la symbiose, — le rôle des organismes dans les maladies, — l'évolution organique, — la variation et l'hérédité.

Le dernier chapitre (vingt-quatrième) est enfin consacré au comportement des animaux et aux conclusions d'ordre psychologique que l'on peut tirer de l'observation des réactions.

Tous les problèmes généraux importants qui se posent en Biologie sont en somme passés en revue dans ce petit livre, qui a en outre le grand mérite de faire une place importante aux questions d'anatomie et d'organisation que négligent trop d'habitude les ouvrages de Biologie générale, surtout ceux qui s'impriment en Europe.

Dans un manuel qui s'adresse à des étudiants et qui traite de questions aussi complexes que le sont celles de la Biologie, le difficile est de rester sans cesse à la portée de ses lecteurs, de ne pas se laisser aller à des discussions dont l'intérêt leur échapperait et qui leur fatigueraient l'esprit en pure perte, de savoir extraire pour eux d'un amoncellement de faits ce qui est fondamental et essentiel, d'un amoncellement d'idées ce qui déjà sans discussion s'impose, qui doit certainement rester et que par conséquent il faut savoir.

On peut dire que M. Smallwood a complètement surmonté ces difficultés multiples. Son livre, écrit en un style précis et clair, très abondamment illustré de figures originales ou habilement choisies dans les classiques ou les mémoires, restera un modèle auquel devront se conformer ceux qui poursuivront le même but que lui : préparer les jeunes gens à l'étude de la Biologie et les inciter à devenir des chercheurs.

R. ANTHONY.

Anthony (R.). — **Catalogue raisonné et descriptif des Collections d'Ostéologie du Service d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle. Mammifères.** *Fasc. IX* : **Pholidota** (PANGOLINS). *1 vol. in-8° de 40 pages avec 28 fig. (Prix : 5 fr.). Fasc. X* : **Tubulidentata** (ORYCTÉROPES). *1 vol. in-8° de 24 pages avec 21 fig. (Prix : 5 fr.). Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1919.

L'apparition de ces deux fascicules est le commencement d'une grande œuvre dont la valeur et la nécessité seront appréciées à juste titre par les anatomistes de tous les pays.

Depuis les œuvres classiques de Cuvier, la science a fait beaucoup de progrès qu'ont marqués de nombreux travaux et de nombreuses monographies concernant les différents types de Vertébrés ; mais il n'y a pas eu jusqu'à présent un travail complet et synthétique résumant toutes les recherches des différents auteurs.

Il y a quelques années Max Weber, le savant hollandais, a écrit en allemand une Anatomie comparée des Mammifères qui, dans une certaine mesure, comble les lacunes de la littérature.

C'est avec une grande satisfaction que nous saluons l'œuvre d'un savant français bien connu, qui remplit aussi, et plus complètement à certains égards, un important desideratum.

M. Anthony annonce dans le premier fascicule le programme de la publication tout entière. L'ordre des fascicules sera le suivant en ce qui concerne les Mammifères :

Fascicule préliminaire.
Fascicule I : Monotremata (Monotrèmes).
— II : Insectivora (Insectivores vrais, Galéopithèques, Cheiroptères).
— III : Marsupialia (Marsupiaux).
— IV : Primates (Primates).
— V : Carnivora (Carnassiers fissipèdes et pinnipèdes).
— VI : Ungulata (Ongulés).
— VII : Sirenia (Siréniens).
— VIII : Cetacea (Cétacés).
— IX : Pholidota (Pangolins). (*Paru.*)
— X : Tubulidentata (Oryctéropes). (*Paru.*)
— XI : Edentata (Edentés).
— XII : Rodentia (Rongeurs).

Ce programme caractérise déjà suffisamment l'individualité de l'auteur dans l'arrangement de la matière.

Analysons les fascicules qui ont déjà paru pour pouvoir juger par avance de ce que sera l'œuvre tout entière. L'auteur commence, comme nous le voyons, par une classe d'animaux qui sont parmi les moins connus. Le fascicule Pholidota (Pangolins) débute par une caractérisation générale du type ; suivent la distribution géographique, les subdivisions de l'ordre, les caractères des familles, la description — abondamment illustrée au point de vue ostéologique — des genres et des espèces, au moins de celles qui répondent à des caractères anatomiques tranchés et précis ; viennent alors des considérations générales, une clef analytique, la bibliographie des principales publications qui concernent l'anatomie du squelette, et enfin — ce qui justifie le titre de Catalogue — l'énumération et la description succincte des squelettes et des animaux conservés utilisables pour les études d'Ostéologie que possède le Service d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle.

Le fascicule Tubulidentata (Oryctéropes) est ordonné suivant le même plan.

Il suffit de parcourir ces deux premiers fascicules pour apprécier l'effort et la profondeur des conceptions de l'œuvre commencée par M. Anthony.

Elle présente deux avantages, nous aurons bientôt ce qui nous a manqué jusqu'ici, un Traité d'Ostéologie comparée complet, élaboré avec la connaissance de toutes les acquisitions modernes, et, d'autre part, les Collections anatomiques du Muséum d'Histoire naturelle de Paris seront plus accessibles aux chercheurs étrangers ; ces derniers ne possèdent le plus souvent qu'un matériel insuffisant pour leurs travaux, et ils donneraient beaucoup pour pouvoir intégralement profiter de celui si riche qui existe dans les Collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Et, comme l'on sait partout que l'accès en est extrêmement facile, il est certain que la publication de M. Anthony attirera en France un très grand nombre de chercheurs. Ce sera d'une part très profitable pour la science. Et c'est grâce à de tels efforts que la France liera d'autre part des

relations de plus en plus étroites avec le monde scientifique étranger.

Il ne nous reste qu'à féliciter M. Anthony et à lui souhaiter que son œuvre puisse prendre le développement qu'elle comporte ; le plus essentiel est qu'il trouve des collaborateurs qui, sous sa savante direction, puissent continuer cette œuvre magnifique et l'aident à l'achever avec succès.

Edouard Loth,

Dr ès sciences et Dr en médecine,
Professeur d'Anatomie à l'Université
de Varsovie (Pologne).

4° Sciences médicales

Deschamps (Dr Albert). — **Les Maladies de l'esprit et les asthénies.** — *1 vol. in-8° de 740 pages (Prix : 22 francs). Félix Alcan, éditeur, Paris*, 1919.

« La thèse que j'expose aujourd'hui essaie de réaliser, dans la mesure du possible, une juste adéquation du paraître à l'être, de la description toujours arbitraire des opérations psychiques à leur réalité. Elle a un double but : substituer aux concepts rationnels et artificiels des psychonévroses, les groupements expérimentaux des syndromes en général, et des syndromes psychiques en particulier ; montrer l'unité de la pathologie psychique et par conséquent de la fonction psychique, sous l'immense complexité des phénomènes. » — « Les erreurs rationaliste, anthropomorphique, entitaire, et statique doivent être remplacées par la notion expérimentale de la vie fonctionnelle, qui représente à la fois l'union indivisible de l'esprit et du corps, de la psychologie et de la biologie, le mouvement, l'échange et l'adaptation. » — Ainsi s'exprime l'auteur dans une introduction où il attire l'attention sur l'insuffisance des classifications actuelles (en particulier sur la distinction des psychonévroses et des états mentaux), et sur la nécessité de reviser ces classifications, dictées par la tendance normale de l'esprit à découper dans les réalités mouvantes et complexes des catégories artificielles, à y créer des entités qui encombrent et immobilisent trop souvent la psycho et la neuropathologie.

Poursuivant ainsi la dissociation minutieuse et l'analyse objective des « états physiques et psychiques assemblés arbitrairement sous le vocable neurasthénie », l'auteur a déjà, dans un livre antérieur (*Les maladies de l'énergie, les asthénies générales*), étudié le côté physique du problème des asthénies. — Dans le volume que nous présentons aujourd'hui, il en étudie le côté psychique, complémentaire du précédent; il étudie les relations de l'asthénique avec les milieux où il vit, les troubles de ses fonctions, de ses réactions d'adaptation, et toutes les modifications de ses expériences psychologiques internes (intelligence, sensibilité, volonté, conscience, subconscience, personnalité) et de ses expériences psychologiques externes (procédés employés par les asthéniques pour s'adapter à la réalité, et essayer d'atteindre la vérité ; réactions de l'esprit asthénique dans ses rapports avec la réalité, logique de l'asthénique). — Divers chapitres, très intéressants, pleins de faits, sont consacrés aux mécanismes généraux des réactions d'inadaptation : *la déformation* ou *paralogisme*, qui se manifeste lorsque « l'objet construit par le sujet avec l'excitant n'est pas conforme à cet excitant réel ; la pensée est donc déformée, et les mouvements consécutifs à cette assimilation défectueuse ne sont pas en rapport direct avec la réalité » ; — la *rumination mentale*, « ce singulier travail psychique qui consiste à tourner interminablement dans son esprit des pensées qui n'aboutissent à rien, et qui rappelle la mastication des animaux ruminants » ; — la *dérivation*, « substitution d'actes et de pensées faciles, ou de réactions viscérales quelconques, à des pensées et à des actes plus difficiles mais logiquement adaptés à la réalité » ; la *désagrégation*, qui se développe lorsqu' « un paralogisme fixé par la croyance ne se détruit pas, s'organise, donc conserve une existence isolée, et tend à se reproduire toutes les fois que la cause du choc se répète ».

Après avoir ainsi étudié, analysé les différents symptômes qui apparaissent au cours des états psychopathologiques d'origine asthénique, après avoir décrit les réactions systématisées d'inadaptation, lesquelles constituent des syndromes et non des maladies entités (obsessions, phobies, agitation motrice, tics), et souligné les troubles de la fonction psychophysique de constructivité, que l'on observe comme caractéristique fondamentale des états asthéniques, l'auteur passe en revue, à la lumière d'une longue et pénétrante expérience personnelle, les divers moyens d'action thérapeutique que possède le médecin. La thérapeutique à appliquer ne peut être ni exclusivement psychique, ni systématique ; il faut instituer une *psychothérapie fonctionnelle*. « Nous n'avons pas à soigner des entités indépendantes, et fixes, au moyen de procédés ou d'agents indépendants. » — « Ce n'est pas une fonction isolée dans une tour d'ivoire, mais une fonction qui fonctionne, si j'ose dire, et qui est par conséquent en rapport permanent avec les milieux et les circonstances, conditionnée donc par eux, et par ces circonstances. » — Il faut utiliser avec discernement les procédés psychiques et les agents physiques, en les adaptant à chaque cas individuel, sans esprit de système (repos, exercice, isolement, air, régime alimentaire, reminéralisation, etc..., hypnotisme, suggestion, persuasion, direction, rééducation, psycho-analyse). Ces différents procédés thérapeutiques une fois étudiés, l'auteur les applique à chacun des états psychiques d'origine asthénique décrits (traitement des troubles des expériences internes, et des troubles des expériences externes).

Enfin un chapitre d'une grande élévation de pensée, et qui dépasse largement le domaine de la thérapeutique, est consacré au traitement des inadaptations morales et sociales : ce chapitre montre quelle mission hautement humaine se trouve être, dans ces circonstances, celle du médecin. — « La méthode que je préconise n'a pas pour seul but de soigner et de guérir les accidents, crises, ou maladies des névropathes ; elle a une tâche plus haute, qui fait de la médecine ainsi comprise un véritable enseignement psychologique, logique, moral et social, et du médecin, un professeur d'équilibre, d'unité, de maintien d'ordre, de discipline et d'adaptation .. Si l'on veut bien admettre avec moi que les accidents nerveux sont des erreurs d'adaptation, que l'adaptation gouverne la pathologie et la psychologie, comme la biologie, que certains sujets sont, par prédisposition constitutionnelle ou acquise, incapables de s'adapter à tous les milieux et à toutes les circonstances, et marqués par le destin biologique pour l'effort constant et les sacrifices inévitables, on ne s'étonnera plus de voir une méthode thérapeutique élargir ses procédés afin d'enseigner au névropathe le moyen de s'adapter tel qu'il est à la vie telle qu'elle est, ce qui est proprement, d'un mot légué aux modernes par les anciens, « la sagesse ».

L'on ne peut essayer de résumer un travail aussi important, aussi plein de faits, aussi chargé d'observations patientes et pénétrantes, aussi riche en vues personnelles originales. — La clarté et l'élégance de l'exposition ne le cèdent en rien à l'abondance et à la variété de la documentation. — Il y a lieu de penser que cet ouvrage rencontrera un accueil aussi favorable que l'ouvrage précédent du même auteur, dont il est le digne complément.

Dr Henri Laugier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Octobre 1919

1° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** : *Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes.* L'auteur montre que tous les spectres de bandes d'émission ou d'absorption, résolus ou non en raies fines, peuvent être rattachés à la formule générale qu'il a précédemment donnée (voir p. 456). Lorsque les raies ou les bandes sont équidistantes, la formule devient plus simple : $\nu = 2{,}73\ m + 223{,}25\ n + 192{,}866\ p$, m variant de -44 à $+37$, n de -7 à $+13$ et p ayant les valeurs 5, 6, 7, 9, 13, 16 et 175. Les spectres d'absorption dont les bandes se succèdent à intervalles constants sont assimilables aux vibrations longitudinales des verges; d'autre part, les spectres d'émission ont été rapprochés déjà des vibrations transversales de ces mêmes verges. La formule générale, qui comprend 3 termes en m, n, p et 3 termes en m^2, n^2, p^2, est, dans cet ordre d'idées, la somme algébrique de 3 vibrations longitudinales et de 3 vibrations transversales, qui sont réunies comme les composantes d'un son résultant. Elle correspond au mouvement le plus général d'un corps solide suivant les trois dimensions de l'espace. — M. **J. Rey** : *Prédétermination expérimentale en laboratoire de la caractéristique d'un phare à l'horizon.* La prédétermination de la caractéristique d'un feu à l'horizon, c'est-à-dire la répartition de l'intensité lumineuse dans le plan horizontal, peut être effectuée en laboratoire à l'aide d'un véritable crible lumineux, constitué par une série de plaques métalliques verticales percées de trous en quinconces, de petit diamètre. En plaçant chaque réflecteur, éclairé par la source lumineuse, devant ce crible, on peut recueillir sur un écran les rayons lumineux parallèles, triant ainsi ceux qui, seuls, peuvent atteindre l'horizon. Puis, en faisant tourner le réflecteur devant l'appareil, on arrive ainsi à délimiter exactement, pour chaque position angulaire, la région active du miroir dans cette direction. — M. **E. Ariès** : *L'équation d'état du formiate d'éthyle.* L'équation d'état du formiate d'éthyle, déduite des recherches de l'auteur, représente d'une façon très satisfaisante les propriétés thermiques de ce fluide, sauf en ce qui concerne la chaleur de vaporisation et la densité de la vapeur, dans un intervalle qui s'étend de la température critique à 35° environ au-dessous. — MM. **G. Charpy** et **J. Durand** : *Sur une cause de rupture des rails et un moyen de la supprimer.* Une cause fréquente de rupture des rails consiste dans la formation de fissures très fines qui se produisent au bout d'un certain temps sur la surface de roulement. Ce phénomène se retrouve dans un grand nombre de cas où l'acier est soumis à un écrouissage intense, limité à une couche superficielle : meulage, cylindres de laminoirs, érosion de l'âme des canons. Le durcissement produit par l'écrouissage peut être à chaque instant supprimé par un recuit convenable; par des recuits effectués à des intervalles convenablement espacés, on peut donc empêcher la formation des fissures et prolonger la durée de vie de certaines pièces métalliques. — MM. **Ch. Boulin** et **L. J. Simon** : *Action du chlorure stannique sur le sulfate diméthylique.* A froid, ces deux substances réagissent très lentement pour donner du chlorure de méthyle et du méthylsulfate de chlorostannyle. A chaud, ce dernier se décompose à son tour pour former du chlorure de méthyle et du sulfate stannique.

2° Sciences naturelles. — M. **G. A. Boulenger** : *Sur le genre* Saphæosaurus, *Rhynchocéphalien du Kimméridgien de Cérin.* Répondant à des critiques de Watson, l'auteur montre que l'attribution du *Saphæosaurus Thollierii* à une famille spéciale, celle des *Sauranodontidæ*, est parfaitement justifiée. Il ne présente pas la moindre analogie avec le *Pleurosaurus*.

Séance du 13 Octobre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **Maur. Leblanc** : *Sur les rotations très rapides.* Il y a deux manières de franchir la vitesse critique d'un rotor monté sur un arbre flexible : 1° opposer une force d'amortissement artificielle aux déplacements de son axe de figure; 2° traverser très rapidement la zone dangereuse. La première est la plus sûre, car elle ne demande aucun tour de main; mais elle oblige à disposer des coussinets spéciaux à l'endroit où les bouts d'arbres s'encastrent dans le rotor pour recevoir l'action des freins. — M. **Em. Belot** : *Mouvement de translation d'un tore gazeux dans un milieu résistant : application aux nappes planétaires d'Uranus et de Neptune.* L'auteur a déterminé la courbe méridienne de translation dans l'air de tores gazeux formés par de la fumée de tabac, et l'a comparée avec la courbe méridienne de translation des nappes planétaires dans la nébuleuse primitive. Ses observations confirment complètement les conclusions théoriques qu'il avait établies antérieurement.

2° Sciences physiques. — M. **G. Sagnac** : *Mécanique absolue des ondulations et relativité newtonienne de l'énergie.* Les lois des liaisons de la mécanique absolue des ondes et de la relativité newtonienne de l'énergie de radiation dans le même champ et dans le même temps universel constituent la Mécanique nouvelle de la radiation, qui rattache les lois ondulatoires et le mouvement absolu à la relativité newtonienne de l'énergie et de la matière. Ainsi la radiation est placée au centre d'une Mécanique classique généralisée. — M. **L. Majorana** : *Sur la gravitation.* L'auteur a été amené à penser que la force de gravitation peut s'affaiblir en traversant la matière pondérable, par l'effet d'une sorte d'absorption. Avant de construire un appareil pour mettre cet effet en évidence, il a cherché à déterminer quelle doit être sa sensibilité pour qu'on puisse s'en servir avec succès. De considérations sur la constitution solaire, il conclut que le facteur h d'amortissement par unité de densité doit être de l'ordre de 10^{-12} depuis la densité 2 jusqu'à la densité 10. — M. **G. Claude** : *Sur l'emploi industriel de pressions élevées.* L'auteur montre que, en cas de nécessité, il n'y a aucune difficulté réelle à comprimer les gaz jusqu'à 1.000 atmosphères. Ce qui est difficile, en effet, ce n'est pas de construire des parois assez épaisses pour résister avec sécurité à ces pressions : c'est d'assurer l'étanchéité des joints. Or les cuirs emboutis fonctionnent d'autant mieux que la pression est plus élevée, et ils sont bien plus petits, en raison de la réduction énorme de volume des appareils (à débit de gaz égal). — MM. **V. Crémieu** et **A. Lepape** : *Séparation, par solidification, de l'anhydride carbonique pur d'un mélange gazeux.* Les auteurs ont constaté que, quand on refroidit un mélange gazeux contenant CO^2 suffisamment pour solidifier ce dernier, la neige carbonique se précipite à l'état pur et exempte des autres éléments du mélange. — M. **A. Bolland** : *Réactions microchimiques de l'acide thiosulfurique.* L'auteur décrit les réactions microchimiques de l'acide thiosulfurique $Na^2S^2O^3.5H^2O$ avec l'azotate thalleux (prismes, bâtonnets et croix, vitreux ou noirs, du système rhombique), $BaCl^2$ (prismes vitreux ou lamelles rectangulaires, rhombiques), l'acétate de plomb (rhombes vitreux, prismes et tablettes ayant l'éclat de la nacre), la benzidine (aiguilles incolores, prismes, lamelles, tables hexagonales, du système rhombique). — MM. **J. Guyot** et **L. J. Simon** : *Action de l'acide sulfurique concentré sur l'alcool méthylique.* L'alcool méthylique, traité par des quantités croissantes d'acide sulfurique (1/2, 1, 2,

3 mol. d'acide), fournit du sulfate diméthylique avec un rendement de 8,4, 22,2, 31,2 et 44,4 % du rendement théorique. Il se forme d'abord du sulfate acide, qui se transforme ensuite en sulfate diméthylique. L'alcool méthylique détruit ces deux derniers avec formation d'oxyde de méthyle. Pour améliorer le rendement en sulfate diméthylique, il faut renoncer à l'emploi d'acide sulfurique et lui substituer son anhydride ou un oléum riche en anhydride. — MM. **Ch. Moureu** et **Ch. Dufraisse** : *Sur la stabilisation de l'acroléine. I. Les modes d'altération spontanée de l'acroléine.* L'acroléine s'altère spontanément en se transformant, soit en une résine soluble, soit en une résine insoluble. La résine insoluble, formée de disacryle, se produit même aux dépens de l'acroléine pure, mais sa formation est beaucoup accélérée par la présence d'impuretés et l'action de la chaleur et de la lumière. La résine soluble, visqueuse, ne se produit qu'avec les acroléines impures, surtout celles qui contiennent des bases libres ou des sels métalliques.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Barthoux** : *Succession de roches éruptives anciennes dans le désert arabique.* La série de roches éruptives du désert arabique paraît s'être succédé dans l'ordre suivant : 1° granites, microgranites, rhyolites, diorites; 2° formation des schistes; andésites, entre les schistes et les brèches vertes; 3° série dioritique : diorites, labradorite, andésite (porphyre rouge antique); 4° deuxième série granitique : granites, granulites, microgranites, aplites, rhyolites, diabases. — M. **J. Pellegrin** : *Contribution nouvelle à la faune ichthyologique du lac Tchad.* Les déterminations que l'auteur a faites des Poissons rapportés par les dernières missions au Tchad confirment sa conclusion précédente, à savoir que la faune ichthyologique du Tchad et de ses tributaires présente les plus grands rapports avec celle des bassins voisins : Niger, Nil, Sénégal, Congo. En effet, bien que riche et variée, elle est constituée surtout par des espèces à vaste distribution géographique et, contrairement à ce qui se passe pour les grands lacs de l'Afrique orientale, elle se fait remarquer par le nombre assez réduit des formes qui lui sont particulières. — M. **F. Ladreyt** : *La cellule complexe symbiotique.* D'après les observations de l'auteur, la cellule paraît être un complexe symbiotique dont les éléments : cytoplasme, chondriome, noyau, forment une association harmonique où chacun des membres tire profit de la vie en commun. — M. **J. Amar** : *Respiration dans l'air confiné.* L'influence d'un air confiné est double : 1° Il abaisse l'hématose et ralentit la vie cellulaire, d'où l'étiolement et l'asthénie des intoxiqués par le gaz carbonique; 2° Il augmente la ventilation en approfondissant les respirations et soutenant l'effort expiratoire pour mieux vider les poumons; c'est un mécanisme nerveux de défense existant même chez les tuberculeux. — M. **F. Bordas** : *Sur la préparation et la conservation des sérums et vaccins par la dessiccation dans le vide absolu.* Les nombreuses expériences pratiques faites depuis plusieurs années avec des pulpes vaccinales desséchées et conservées dans le vide absolu démontrent que cette méthode offre toutes les garanties voulues et que la dessiccation est réellement le procédé de choix lorsqu'il s'agit d'expédier au loin, dans les régions chaudes du globe, des vaccins et des sérums.

Séance du 20 Octobre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Bigourdan** : *Projet de classification uranographique complétant les autres classifications aujourd'hui en usage.* L'auteur propose une classification uranographique faisant connaître immédiatement la région du ciel qu'on a en vue. Il réserve les numéros simples 1 à 9 pour désigner les pôles, l'axe du monde, l'équateur... Puis il divise la surface céleste en 12 fuseaux horaires par 12 cercles horaires sensiblement équidistants, embrassant deux à deux les constellations écliptiques, et il donne les n°s 11-19 aux constellations du fuseau d'Aries, 21-29 à celles du fuseau de Taurus,... 121-129 à celles du fuseau de Pisces. En outre, dans chaque série, le numérotage irait en croissant du N au S. Ce numérotage aurait l'avantage de faire connaître immédiatement l'ascension droite et la déclinaison approximatives de la constellation correspondante.

2° Sciences physiques. — M. **A. Blondel** : *Caractéristiques d'oscillation des lampes à trois électrodes utilisées comme générateurs d'oscillations entretenues.* L'auteur étudie l'amorçage des oscillations des lampes à trois électrodes et la stabilisation de leur amplitude en ramenant la théorie à celle des caractéristiques d'oscillation, par analogie avec la théorie connue de l'arc chantant musical. Il montre comment ces caractéristiques dynamiques peuvent se déduire par transformation graphique du réseau des caractéristiques statiques expérimentales connues reliant le potentiel U mesuré entre filament et plaque au courant de plaque I. — M. **A. Bochet** : *Sur un système de pointage sur objectifs aériens.* Dans les dispositifs ordinaires de pointage, le pointage en azimut est toujours difficile et même impossible dans une certaine zone morte. Pour éviter ce défaut, l'auteur a disposé horizontalement l'axe fixe et a monté l'appareil de manière à ce qu'il puisse tourner autour de cet axe horizontal, puis d'un second axe perpendiculaire au premier; d'autre part, il a réalisé un système de commande du projecteur d'un poste suffisamment éloigné; ce poste comprend un levier dont les déplacements angulaires en tous sens sont reproduits exactement, au moyen d'un système de câbles et de poulies, par l'axe du projecteur. Quand l'objectif ne peut être distingué à la vue, on recourt à l'écoute pour déterminer sa position, et les indications de l'appareil d'écoute sont transmises automatiquement au poste de manœuvre du projecteur. — MM. **G. Chavanne**, **L. P. Clerc** et **L. J. Simon** : *Analyses d'essences allemandes d'aviation.* La combinaison de la distillation fractionnée et de l'emploi de la température critique de dissolution dans l'aniline a permis d'attribuer à ces essences la composition moyenne suivante : carbures aromatiques, 8,5 %; carbures cycliques, 40 %; carbures acycliques, 50,5 %.

3° Sciences naturelles. — M. **G. B. M. Flamand** : *Sur la découverte d'une lentille de houille à Port-Gueydon.* L'auteur a découvert, dans une petite baie à environ 1 km. au nord de Port-Gueydon, au-dessus des grès et marnes de Dellys, une couche de charbon d'environ 3 m. de largeur. Cette houille semble appartenir au terrain houiller. Peut-être en trouverait-on d'autres gisements dans la direction de Tunis. — M. **M. Bézagu** : *Variations de la respiration des cellules de la feuille avec l'âge.* L'intensité respiratoire de la cellule, très faible dans les cellules jeunes, va en croissant jusqu'à un certain maximum, qui correspond sensiblement au moment où la feuille atteint son plein développement; à mesure que la feuille vieillit, l'intensité respiratoire décroît. Le quotient respiratoire des feuilles, faible à l'état jeune, croît très rapidement jusqu'à un maximum; puis il s'abaisse très lentement jusqu'à l'état adulte; enfin, il continue à baisser régulièrement après que la feuille a atteint ses dimensions définitives.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 7 Octobre 1919

M. le Président annonce le décès de M. **Paul Reynier**, membre de l'Académie, et de M. **G. Retzius**, Associé étranger.

MM. **E. Lenoble** et **F. Daniel** : *L'alcool dans le liquide céphalo-rachidien.* La dose minima d'alcool ingéré nécessaire pour donner une réaction positive dans le liquide céphalo-rachidien de l'homme est de 325 cm³; à ce taux, on trouve 0,02 cm³ d'alcool pour 1.000 dans l'humeur rachidienne. La présence de l'alcool ne modifie ni la cytologie ni la formule de Mestrezat de l'humeur rachidienne. Le temps nécessaire à l'élimination

du toxique est de 10 jours en moyenne. — M. **A. Sartory** : *Onychogryphoses et onychomycoses.* Tous les cas d'onychogryphose (hypertrophie de l'ongle) examinés par l'auteur au point de vue microscopique ont décelé la présence d'un champignon mycélien : *Scopulariopsis, Penicillium* et *Aspergillus.* Dans les onychomycoses, il a décelé, suivant les cas, des parasites cryptogamiques appartenant soit au genre *Scopulariopsis,* soit au genre *Aspergillus* ou *Trichophyton ;* ce dernier diminue l'épaisseur de l'ongle, contrairement aux autres champignons qui en augmentent l'épaisseur (onychogryphose). — MM. **Gourdon** et **Dijonneau** : *Le rendement professionnel des mutilés.* Les observations des auteurs les ont amenés aux conclusions suivantes : 1° Les amputés d'une cuisse ou d'une jambe, les estropiés d'un seul membre inférieur susceptibles de se maintenir en station verticale prolongée peuvent être éduqués et réadaptés ; 2° L'éducation des mutilés diminués fonctionnellement, d'une façon appréciable, d'un seul membre supérieur réclame trop de temps et d'efforts de la part du sujet pour être conseillée ; 3° On peut, au contraire, réadapter à leur métier les anciens ajusteurs amputés de la main et de l'avant-bras, bien appareillés, avec un gain suffisamment rémunérateur, en les spécialisant comme limeurs ; 4° Les anciens ajusteurs amputés de bras, ceux atteints de paralysies du membre supérieur, de pseudarthroses de l'humérus ou des os de l'avant-bras, munis d'appareils de prothèse, sont aptes à être utilisés comme contremaîtres.

Séance du 14 *Octobre* 1919

L'Académie procède à l'élection de trois Correspondants étrangers dans la Division de Physique et Chimie médicales et Pharmacie. MM. **Bruylants** (de Louvain), **Paterno** (de Rome) et **Machado** (de Lisbonne), sont élus.

M. **Louis Martin** : *25 années de sérothérapie antidiphtérique.* Avant la découverte de Roux, les plus fortes mortalités par diphtérie enregistrées par 100.000 habitants étaient de 200 décès (Berlin, 1893) et 100 décès (Paris, 1882). Depuis l'invention de la sérothérapie, la plus forte mortalité a été de 27,7 pour Paris pendant l'épidémie de 1901-1902 ; les chiffres minima se sont abaissés à 2,6 pour 100.000 à Utrecht en 1908. L'action du sérum est certaine quand on peut intervenir dès les premières heures de la maladie et pratiquer une injection précoce ; il importe donc de faire un diagnostic clinique rapide. — M. **J. Lignières** : *Nouvelle méthode pour la recherche et la culture des anaérobies, pouvant servir au diagnostic des affections causées par ces microbes.* L'auteur préconise l'emploi de gélose au quart, c'est-à-dire ne renfermant que 0,25 gr. au lieu de 1 gr. d'agar-agar pour 100 gr. de bouillon. Ce milieu, semi-fluide, peut être simplement peptoné ou additionné de produits variés. Après l'ensemencement habituel, les tubes sont placés à l'étuve, où le microbe anaérobie pousse dans toute l'épaisseur du milieu, au fond et jusque vers la surface, après 24 à 28 heures en moyenne.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 18 *Octobre* 1919

MM. **H. Violle** et **L. de Saint-Rat** : *Les porteurs de tænia. Réaction spécifique ; réaction syphilitique.* 1° Les lipoïdes extraits du tænia se comportent, en tant qu'antigène, comme un antigène syphilitique, ce qui confirme la non-spécificité de l'antigène syphilitique. 2° Le sérum des sujets atteints de tænia ne paraît contenir aucune substance spécifique se comportant comme anticorps. — MM. **B. A. Houssay** et **A. Sordelli** : *Venin de serpents et coagulation du sang in vivo.* 1° Les venins accélèrent fortement la formation de la thrombine. Ils produisent une phase positive intense, disproportionnée avec leur pouvoir coagulant *in vitro.* 2° Le venin anticoagulant produit une phase positive sans défibriner le sang, parce que son pouvoir anticytozymique est faible, et qu'il accélère fortement la coagulation du fibrinogène par la thrombine. — M. **A. Bachmann** : *Présence de substances spécifiques dans les leucocytes des animaux immunisés.* En chauffant les produits leucocytaires des animaux immunisés à 75° en présence d'une petite quantité de gélatine, on réussit à détruire les endolysines communes à tous les leucocytes ; les produits spécifiques auxquels les leucocytes immunisés doivent leurs propriétés nouvelles restent intacts. — M. **J. Cantacuzène** : *Une infection expérimentale chez l'*Ascidia mentula. L'auteur a inoculé à travers la tunique de l'Ascidie quelques gouttes d'émulsion d'une culture obtenue avec une bactérie isolée de l'intestin de l'*Aplysia punctata.* Les bactéries qui, du 2e au 4e jour, ont abondamment envahi le sang, disparaissent de la circulation vers le 7e jour. La destruction des microbes se fait à l'intérieur des amibocytes hyalins. La fin du processus est marquée par l'apparition d'amibocytes basophiles. Les propriétés agglutinantes, qui manquent dans le sang normal ou au début de l'infection, apparaissent vers le 6e jour. — M. **Ed. Retterer** : *Evolution des greffes testiculaires sur le bouc.* Ne survivent dans le testicule greffé (entier ou fragments) que les portions superficielles qui continuent à recevoir du plasma nutritif. Mais les cellules épithéliales qui survivent modifient leur structure et leur évolution : fort peu continuent à se diviser pour produire des petits noyaux et des têtes de spermatozoïdes ; la plupart se transforment, dans ces nouvelles conditions, en une masse à cytoplasma commun qui finit par évoluer en tissu conjonctif réticulé. — MM. **Ch. Dhéré** et **A. Schneider** : 1° *Sur la dissociation des oxyhémocyanines.* Les auteurs ont constaté que les oxyhémocyanines d'escargot et de homard sont aisément réductibles par dissociation physique : barbotage d'un gaz inerte ou action combinée du vide et de la chaleur. 2° *Sur une combinaison de l'hémocyanine d'escargot avec le bioxyde d'azote.* La solution d'hémocyanine d'escargot dans le carbonate de soude, traitée par le bioxyde, prend une belle coloration vert-pré due à la formation d'un nouveau pigment, l'hémocyanine bioxyazotée. Par dialyse de ses solutions dans NaCl, celui-ci précipite à l'état cristallisé.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE

Séances de Juin et Juillet 1919 (*fin*)

M. **A. Truelle** : *Sur la richesse saccharine des pommes à cidre.* Ces recherches de dix années ont porté sur une douzaine de variétés appartenant aux trois saisons de maturité : la situation des terrains exerce une influence sur la production du sucre dans plusieurs variétés ; tantôt c'est le coteau qui est le plus favorable, tantôt c'est la vallée. Les écarts de richesse saccharine des pommes ont une grande amplitude. Sur un même terrain, les écarts sont réduits et faibles puisqu'ils ne dépassent pas 1 à 10 gr. par litre de jus. C'est donc la nature de la variété qui prime l'influence de la composition du sol. S'il s'agit de fabriquer des cidres supérieurs finement fruités et de longue garde, les variétés restant les mêmes, ce sont les pommes des coteaux qui sont préférables à celles des vallées. Le sol, en effet, ici modifie la composition des jus en dehors du sucre. — M. **Emile Mer** : *Expériences de sylviculture concernant l'effet des éclaircies.* La distance entre les sujets exploités et ceux qu'on réserve est le facteur prépondérant dans l'efficacité des éclaircies. Des éclaircies successives ne peuvent donc produire le même effet. Les expériences de l'auteur ont confirmé la supériorité des taux de production des petits arbres (50 à 80 cm. de diamètre) sur ceux des gros (plus de 80 cm. de diamètre). On peut donc appliquer, dans la préparation des éclaircies, la méthode d'inventaire par arbres d'avenir choisis isolément dans les massifs.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 22 30 NOVEMBRE 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Gustave Magnus Retzius (1842-1919). — Le 21 juillet dernier mourait, âgé de 77 ans, Gustave Magnus Retzius, Professeur d'Anatomie à l'Institut médico-chirurgical Carolin de Stockholm. Sa disparition constitue une perte très grande pour son pays et pour la science mondiale.

Petit-fils d'un professeur d'Histoire naturelle à Lund, Gustave Retzius était le fils du fameux anthropologiste Anders Retzius, auquel il succéda dans sa chaire. Anders Retzius fut, on le sait, en Anthropologie physique un de ceux auxquels Broca dut le plus : le premier il attira l'attention sur l'importance de la comparaison des diamètres craniens chez l'Homme ; c'est de lui que date notre connaissance de l'indice céphalique et de sa valeur d'utilisation, ainsi que nos notions classiques de brachycéphalie et de dolichocéphalie.

La première œuvre scientifique du jeune Gustave Retzius fut la publication des travaux de son père, dont il se fit le continuateur direct par un ensemble de recherches de premier ordre sur l'Anthropologie de la Suède. Tout le monde connaît les *Crania Suecica antiqua* qu'il publia en 1900, documents fondamentaux pour la connaissance et l'étude des races préhistoriques de la Scandinavie.

Mais c'est surtout dans le vaste champ de l'Anatomie comparée que Retzius, pendant sa longue carrière, développa sa remarquable et inlassable activité. Les sujets qu'il a abordés sont si nombreux qu'on ne peut songer qu'à en énumérer les principaux : structure de la cellule, morphologie des spermatozoïdes, terminaisons nerveuses, structure microscopique du cortex cérébral, oreille interne, etc.

Mais il convient de faire une mention particulière de ses études sur la morphologie du cerveau. C'est surtout grâce à lui et à l'éminent anatomiste anglais G. Elliot Smith que nous comprenons aujourd'hui le rhinencéphale des Mammifères ; et ses magnifiques ouvrages sur le cerveau de l'Homme (*Das Menschenhirn*, 1896), sur les cerveaux des Singes (*Das Affenhirn*, 1906) (qui m'ont, au cours de mes propres recherches sur le néopallium des Primates et son développement, rendu de si grands services) resteront toujours la base d'études indispensable à tous ceux qui voudront aborder les difficiles questions dont ils sont le sujet.

Possesseur d'une immense fortune, Retzius eut le rare mérite de la consacrer à la science et plus spécialement à la publication de ses travaux. Il laissera au monde le souvenir d'un savant éminent et modeste et l'exemple d'une vie consacrée tout entière au travail.

R. Anthony.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le Ve Congrès national de Navigation intérieure. — Le choix de Strasbourg par l'Association générale de Navigation intérieure pour y tenir sa 5e session était particulièrement heureux et avait attiré de très nombreux congressistes. A la joie de retrouver une Alsace française, dont l'accueil dans toutes les réceptions nous a été particulièrement sensible, s'ajoutait la certitude d'emporter de la grande cité rhénane une intéressante leçon de choses. Notre espérance n'a pas été déçue, et nous tenons à exprimer ici la reconnaissance des participants à la Chambre de Commerce de Strasbourg, et en particulier à son actif secrétaire général M. Haug, frère de l'éminent géologue, pour l'organisation des travaux du Congrès et l'art avec lequel ils ont su mélanger l'agréable à l'utile. Le Congrès s'est tenu du 1er au 4 septembre sous la présidence effective de M. René Tavernier, inspecteur général des Ponts et Chaussées et président de l'Association générale de Navigation intérieure, grâce à l'activité duquel tout le programme très chargé a pu être réalisé.

L'ordre du jour portait non seulement sur les voies navigables qui viennent se croiser à Strasbourg, mais aussi sur la Seine et sur quelques problèmes connexes concernant la navigation intérieure. A la suite des rapports de MM. Thiéry, Imbeaux et Houpert, le Congrès a rappelé et maintenu ses conclusions relatives à l'urgence de la création du canal du Nord-Est, dont notre collaborateur, M. B. Auerbach, a exposé toute l'importance aux lecteurs de cette Revue, il y a dix-huit

ans[1]. En vue d'accroître le trafic du canal de la Marne au Rhin, et du canal des houillères de la Sarre, le Congrès a estimé qu'il y avait lieu d'en doubler les écluses et d'électrifier la traction sur toute leur longueur. La Moselle devra être canalisée entre Metz et l'aval de Thionville, de même que les embranchements de l'Orne et de la Fench ; il conviendra de l'aménager pour qu'elle puisse recevoir dans l'avenir des bateaux du Rhin, du type de 1.200 tonnes ; par là pourront s'échanger les minerais de Lorraine contre le coke des houillères de Westphalie. A la suite du rapport de M. Schwob, le Congrès, considérant que la Saône et le canal du Rhône au Rhin constituent une section essentielle de la grande voie naturelle de la Méditerranée au Rhin, a émis le vœu que l'établissement d'une voie praticable aux chalands de grande navigation soit réalisé le plus promptement possible, de façon à aller de pair avec les aménagements prévus pour le Rhône et pour le Rhin. On travaille activement à l'agrandissement des écluses du canal du Rhône au Rhin pour le rendre accessible sur tout son parcours aux bateaux de 300 tonnes. D'un autre côté, la Saône supérieure, en amont de Saint-Symphorien, devra recevoir toutes les améliorations nécessaires pour relier utilement la Lorraine à la voie navigable du Rhône, y compris l'achèvement du canal de Montbéliard à la haute Saône, qui forme voie de secours entre les deux. Le Congrès a encore émis deux vœux pour la continuation des études du canal de Roanne à Givors par Saint-Etienne, et l'achèvement des travaux en cours qui permettront aux chalands du Rhône l'accès du port de Cette.

Les rapports de MM. Armand et de Dumas ont exposé sous son double aspect technique et économique le grand problème de l'aménagement intégral du Rhône[2]. Le projet de loi déposé par le Gouvernement et prévoyant la constitution d'une *Compagnie nationale du Rhône* n'a pu être voté avant la fin de la législature, mais le Congrès a émis le vœu que cette Compagnie fût rapidement constituée et qu'en vue d'une réalisation plus rapide, elle ait le droit de rétrocéder l'aménagement des ports et leur outillage aux collectivités locales qui en feront la demande. Ce serait la bonne méthode, préconisée à juste titre par M. René Tavernier[3], et dont nous avons pu voir une des illustrations les plus frappantes dans le port de Strasbourg, auquel nous consacrerons prochainement une note spéciale, de même qu'au problème de l'aménagement du Rhin.

C'est encore aux collectivités locales que le Congrès a fait appel pour la construction et l'outillage des ports de la région parisienne, signalant, en particulier, l'urgence de relier directement à la Seine le port de Bonneuil afin de permettre sa pleine utilisation par le trafic entre la mer et l'Est et réciproquement. Sans entrer en discussion sur la question de Paris port de mer, que nous avons déjà exposée aux lecteurs de la *Revue*[4], le Congrès, après avoir entendu les rapports de MM. Vidal et Basile, a émis le vœu que l'amélioration de la Seine entre Rouen et Paris soit poursuivie conformément au programme adopté par l'Etat et comportant la création d'un tirant d'eau minimum de 4 m. 50, nécessaire à la circulation éventuelle des allèges de mer, étant entendu qu'on ménagera, dans les ouvrages de sujétion, la possibilité d'un approfondissement supplémentaire pouvant aller jusqu'à 8 m.

Sur le rapport présenté par M. Lavaud, le Congrès a émis le vœu que les canaux établissant la jonction entre deux bassins ou desservant une ligne de trafic importante, permettent le passage d'un bateau ayant les caractéristiques suivantes : longueur : 60 à 65 m., largeur : 7 m. 80 à 8 m. 20, avec un tirant d'eau qui ne devrait jamais tomber en dessous de 2 m. 20. Cette réforme supprimerait une des principales causes de l'infériorité de notre navigation fluviale. Enfin, comme suite au rapport de M. Descombes, l'infatigable apôtre du reboisement, le Congrès a rappelé que la navigation fluviale doit unir ses efforts à ceux de l'agriculture, de l'industrie et de la houille blanche pour faire aboutir les lois et obtenir les crédits indispensables à la régénération forestière. Il est nécessaire que l'Etat favorise énergiquement par son exemple, par son enseignement, par ses appuis matériels et moraux, par ses immunités fiscales et par l'adaptation de sa législation au concours des capitaux collectifs ou particuliers, le maintien et l'amélioration des forêts existantes, l'aménagement sylvo-pastoral des montagnes et le reboisement des surfaces dénudées.

Pierre Clerget.

1. B. Auerbach : Le Canal du Nord-Est. *Revue gén. des Sciences*, 1902, p. 140 et suivantes.
2. P. Clerget : L'aménagement du Rhône. *Revue génér. des Sciences*, 30 avril 1919.
3. René Tavernier : L'aménagement du Rhône par le groupement des intéressés. *La Houille blanche*, n° 155, novembre-décembre 1918.
4. Pierre Clerget : Le projet d'un canal maritime entre Rouen et Paris. *Revue gén. des Sciences*, 15 juillet 1911.

§ 3. — Physique

L'application des rayons ultra-violets au signalement. — Quelques mois avant l'entrée en guerre des Etats-Unis, le Bureau des Poids et Mesures fut sollicité par la Marine américaine d'établir une lampe destinée à être utilisée comme fanal arrière, et pouvant être perçue par les autres navires d'une escadre à 1.000 yards (914 m.) en arrière, mais invisible à de plus grandes distances et difficile à déceler par des navires ennemis.

MM. I. G. Priest et K. S. Gibson[1] suggérèrent la possibilité de voiler la source lumineuse par un filtre transparent à l'ultra-violet, mais opaque aux rayons visibles, et de l'observer avec un détecteur fluorescent. Des expériences préliminaires ayant montré que ce projet était réalisable, les auteurs ont mis au point la méthode de la façon suivante :

Ils ont pris comme source lumineuse soit un arc au carbone à angle droit traversé par un courant pouvant aller jusqu'à 25 ampères, soit un arc au fer vertical avec un courant allant jusqu'à 15 ampères. Comme écran on a employé tantôt une verre Corning G-55-A-62, tantôt une solution aqueuse de sulfate de nickel ou de *p*-nitrosodiméthylaniline, ne laissant passer qu'une étroite bande aux environs de 340-350 μ. Les expériences ont été faites en plein air, sur une distance d'environ 654 m. Le récepteur consistait en une lentille de quartz à court foyer formant une image sur un écran fluorescent qu'on observait du côté opposé avec un oculaire positif à faible puissance. L'œil de l'observateur est complètement protégé contre tout éclairage étranger. Tous les essais ont été faits de nuit, mais dans des conditions variables d'éclairement par la lune ou le ciel.

Les expériences des auteurs ont donné lieu aux remarques suivantes : Dans les conditions ci-dessus, on observe des images fluorescentes nettement visibles quand la source lumineuse est presque ou tout à fait invisible à l'œil nu. Mais, même avec le meilleur filtre ultra-violet, la source est toujours visible quand on en est proche. A la station réceptrice, quand on observe soigneusement dans la direction de la source invisible, on peut apercevoir un halo indéfini, d'un bleu gris, couvrant une grande partie du ciel ; ce phénomène semble dû à la fluorescence des milieux de l'œil, plutôt qu'à la visibilité véritable de la lumière transmise par le filtre ultra-violet. L'équation personnelle dans la visibilité de ce halo bleuâtre est considérable ; il peut être invisible pour quelques-uns et tout à fait visible pour d'autres. Sa visibilité diminue quand l'âge augmente. La clarté de la nuit influe sur la visibilité à l'œil nu, mais non sur l'observation par le détecteur.

Les auteurs concluent qu'il n'est pas possible de constituer, pour échanger pratiquement des signaux

1. *The Physic. Rev.*, [2], t. XIV, n° 2, p. 188 ; août 1919.

à travers l'atmosphère, une source ultra-violette absolument sombre, c'est-à-dire invisible dans l'obscurité complète, car cette source est révélée, bien que d'une façon vague et indéfinie, par la fluorescence même de l'œil.

Ils ont reconnu toutefois que cette méthode peut rendre des services dans un autre cas : de nuit, la source lumineuse ultra-violette peut être rendue complètement invisible à l'œil nu en « camouflant » la station émettrice au moyen de sources lumineuses jaunes brillantes (lampes à filament de carbone ou arcs) placées près d'elle; l'éclat de ces sources oblitère le faible halo bleuâtre. Il semble que ce dernier procédé pourrait être appliqué dans certaines circonstances militaires et navales. Les phares ordinaires placés le long des côtes pourront de la même manière envoyer des signaux ultra-violets perceptibles seulement par les vaisseaux munis d'un détecteur fluorescent.

Sur quelques propriétés des diapasons entretenus électriquement. — M. Dadourian ayant eu à étudier, en vue de problèmes de guerre, un grand nombre de diapasons a publié le résultat de ses mesures[1].

Le diapason était travaillé dans un bloc d'acier doux et galvanisé par un procédé électrolytique. Les branches avaient 39,5 cm. de longueur, 0,95 cm. d'épaisseur, 1,90 cm. de largeur et 2,90 cm. d'écartement. Les courbes extérieures de l'extrémité pleine du diapason, aussi bien que la courbe interne, étaient circulaires.

Le diapason était fixé sur un bloc rectangulaire de laiton. L'électro-aimant était muni de pièces polaires mobiles disposées à l'extérieur des branches ; cette caractéristique, introduite par la Western Electric Co en vue de certaines applications, n'est pas essentielle; en fait, d'après M. Dadourian, le type ordinaire d'électro-aimant, avec pièces polaires disposées entre les branches, est préférable quand on désire avant tout assurer une fréquence constante. Les contacts électriques, au nombre de quatre, sont disposés sur une même perpendiculaire à la direction générale des branches.

Enumérons rapidement les principaux résultats obtenus :

1. Il résulte de considérations théoriques que la base sur laquelle est fixé le diapason devrait avoir une masse nulle, ou bien une masse infinie pour n'absorber aucune énergie. M. Dadourian a constaté que la période diminue quand on augmente la masse de la base du diapason et celle de la table sur laquelle il est fixé. La variation observée, toutefois, n'atteint pas un dix-millième.

2. La période varie également quand on modifie les constantes électriques du circuit comprenant l'électro-aimant. Cet effet est encore inférieur à un dix-millième dans le cas des faibles changements qui sont nécessaires pour maintenir constante l'amplitude de la vibration.

3. La période augmente linéairement avec l'écartement entre le ressort et la pointe de contact; dans le cas des diapasons utilisés, cet effet atteint un cinqcentième pour une variation de la longueur de l'intervalle égale à 0,1 mm.

4. Pour un diapason donné, il existe une amplitude pour laquelle la période garde une valeur constante; celle-ci peut être maxima ou minima suivant la disposition des contacts électriques. Dans le cas des faibles amplitudes, la variation de période due à une variation d'amplitude peut être considérable.

5. La période varie avec la température. Ce point a été établi depuis longtemps et de nombreux physiciens ont déterminé le coefficient de température, c'est-à-dire la variation relative de période pour une élévation de température de 1°. M. Dadourian a repris cette détermination en se plaçant dans les conditions les plus favorables pour assurer la constance du fonctionnement et en opérant dans des chambres dont la température pouvait être maintenue constante. Les valeurs extrêmes du coefficient de température sont :

$$1{,}04.10^{-4} \text{ à } -25°\text{C.}$$
$$1{,}43.10^{-4} \text{ à } +56°\text{C.}$$

Les valeurs relatives aux températures supérieures à 0° C. sont supérieures de 20 à 40 % à celles obtenues par les autres expérimentateurs; au-dessous de 0° C., aucune donnée n'avait été publiée jusqu'ici.

6. Si l'on maintient constantes la température, la longueur de l'intervalle entre les contacts et l'amplitude, un diapason bien construit peut donner une période constante à un cinquante-millième près.

7. L'expression relative à la période de vibration transversale d'un barreau, déduite de la théorie de l'élasticité, s'applique au diapason à condition de prendre comme largeur la projection de la ligne médiane des branches sur l'axe et d'ajouter un léger terme de correction (Mercadier). D'après M. Dadourian, on obtient des résultats très approchés en supposant nul le coefficient de correction de Mercadier.

8. L'application de la formule permet de calculer la vitesse de propagation du son dans l'acier dont est formé le diapason : $V = 5{,}09.10^5$ cm : sec, et le coefficient d'élasticité : $E = 19{,}1.10^{11}$.

Propriétés photo-électriques de minces feuilles de métal. — MM. Compton et Ross[1], étudiant les propriétés photo-électriques de minces feuilles d'or et de platine, formulent les conclusions suivantes :

Les électrons excités photo-électriquement à l'intérieur d'un métal perdent leur énergie cinétique initiale à la suite de catastrophes définies ou de collisions, plutôt que par un processus graduel ou une série de pertes faibles d'énergie.

La distance moyenne que puisse parcourir un électron avant de perdre son énergie par une de ces collisions ne dépend pas de la vitesse initiale ; elle est du même ordre de grandeur que la distance entre les atomes. Il est donc probable que les électrons perdent au moins la plus grande partie de leur énergie cinétique par des rencontres avec les atomes et qu'ils peuvent perdre entièrement leur liberté dans ces rencontres. Les mesures indiquent un libre parcours moyen de $2{,}67.10^{-7}$ cm. dans le platine et $5{,}0.10^{-7}$ cm. dans l'or.

Les feuilles de platine d'épaisseur inférieure à $2\mu\mu$ et les feuilles d'or d'épaisseur inférieure à $8\mu\mu$ sont imparfaitement conductrices par suite de l'existence de régions isolées qui ne sont pas en contact électrique avec la partie principale de la feuille. Les feuilles de platine semblent donc plus homogènes que les feuilles d'or.

Le faible pouvoir de pénétration des électrons émis photo-électriquement rend extrêmement improbable qu'on puisse expliquer l'émission thermo-ionique des métaux en la considérant comme un effet photo-électrique de l'ensemble du métal sous l'action du rayonnement intégral correspondant à la température du métal.

§ 4. — Chimie

La production de l'hydrogène par l'action de l'oxyde de carbone sur la chaux éteinte. — M. W. H. Engels[2] a étudié les conditions dans lesquelles la réaction entre l'oxyde de carbone et l'hydrate de calcium pourrait être le mieux utilisée à la fabrication technique de l'hydrogène.

Cette réaction a été signalée il y a quelque quarante ans par Merz et Weith [3], qui n'observèrent aucun indice de la formation de composés intermédiaires — formiate

1. H. M. Dadourian : *Physical Review*, 2e série, t. XIII, p. 337-359 ; mai 1919.

1. K. T. Compton et L. W. Ross : *Physical Review*, 2e série, t. XIII, p. 374-391 ; mai 1919.
2. *Journ. für Gasbeleucht.*, t. LXII, p. 477 et 493 ; 1919.
3. *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XIII, p. 720 ; 1880.

ou oxalate — dans l'action de CO sur la chaux éteinte et conclurent que la réaction aboutit directement à la formation de carbonate de chaux et d'hydrogène à une température variant entre 200° et 300°. M. Engels a repris l'étude de cette réaction en se servant de la loi de l'action de masse, et il a recherché si elle est représentée par l'équation $CO + H^2O \rightleftarrows CO^2 + H^2$ ou par cette autre : $Ca(OH)^2 + CO \rightleftarrows CaCO^3 + H^2$. Les résultats obtenus sont en faveur de la seconde équation, quoiqu'un peu d'hydrogène provienne également de la première. L'optimum de la réaction est aux environs de 500°.

Il faut éviter la présence, dans le mélange de gaz à l'eau (qui sert dans l'industrie à la place d'oxyde de carbone pur), d'une quantité de vapeur d'eau supérieure à celle qui correspond à la tension de vapeur de l'hydrate de calcium à la température où l'on opère. La réaction entre l'oxyde de carbone et la chaux éteinte est accélérée 11 fois au moins par l'action catalytique du fer.

L'inflammabilité de la poudre d'aluminium. — La poudre d'aluminium en tas brûle tranquillement; mais, si le tas vient à être remué de façon à produire une nuage de poussière dans l'air, la combustion se poursuit avec explosion. Si on enflamme un nuage de poudre d'aluminium dont la densité est comprise entre les limites d'explosion, cette dernière peut intervenir avec une très grande violence.

Plusieurs explosions désastreuses de ce genre s'étant produites dans des usines américaines, le Bureau des Mines des Etats-Unis a entrepris l'étude des propriétés physiques et chimiques de la poudre d'aluminium, particulièrement au point de vue de l'inflammabilité, et des moyens d'éteindre la combustion et de diminuer la force des explosions[1].

M. A. Leighton, qui s'est chargé de ces recherches, n'a pu parvenir à déterminer exactement les conditions d'inflammabilité de la poudre d'aluminium. Il a reconnu toutefois qu'elle s'allume à une température plus basse que la poudre de charbon. Elle dégage, d'autre part, une quantité de chaleur presque quadruple, ce qui explique la violence des explosions auxquelles elle donne lieu.

Il est très dangereux de jeter de l'eau, pour l'éteindre, sur une masse de poudre d'aluminium en combustion; il se produit immédiatement un dégagement violent d'hydrogène, qui projette la poudre dans l'air en provoquant une explosion terrible.

On a essayé d'utiliser le tétrachlorure de carbone comme extincteur, mais il est aussi mauvais que l'eau. Il se forme probablement $AlCl^3$ sous l'action de la chaleur, et le carbone libéré s'unit à l'oxygène.

Dans une fabrique où l'on manipule de la poudre d'aluminium, on a l'habitude de verser de l'huile sur le feu jusqu'à ce qu'elle s'enflamme et étouffe la combustion du métal; puis on verse du tétrachlorure de carbone pour éteindre la combustion de l'huile.

Dans une autre fabrique, on verse lentement du sable sur le tas de poudre en combustion, on isole l'incendie et on finit par l'étouffer. Il semble que la poudre de schiste fine, comme celle qu'on répand dans les houillères pour prévenir les explosions de grisou, pourrait remplacer le sable avec avantage, car elle formerait un revêtement plus dense qui empêcherait plus complètement l'accès de l'air. En outre, cette poudre ne s'éboule pas, et avec elle il y a moins de danger qu'un mouvement du tas ne provoque la formation d'un nuage; si, par accident, un nuage se produisait, il entraînerait probablement assez de poudre inerte dans l'air pour éviter une explosion désastreuse.

M. Leighton recommande d'essayer aussi l'emploi du carbonate de sodium sec pour l'extinction de ces incendies. Une grande quantité de chaleur est nécessaire pour le décomposer, et CO^2 mis en liberté aiderait à étouffer l'incendie.

L'auteur remarque, en terminant, que tout liquide utilisé pour combattre les incendies de substances en poudre doit posséder une faible tension superficielle, afin que la poudre soit « mouillée ». Comme pratiquement tous ces liquides, tels que l'alcool, etc., sont très inflammables, il semble difficile de concevoir une méthode d'extinction par voie humide.

1. A. Leighton. The inflammability of aluminium dust. *Technical paper* 152, *Bureau of Mines*, Washington, 1918.

§ 5. — Chimie biologique

Sur la présence de l'acide formique dans les poils urticants de l'ortie. — Quand on applique les poils urticants de l'ortie commune (*Urtica dioica*) sur une feuille de papier de tournesol bleu, il se forme des taches fortement colorées en rouge. Par exposition prolongée à l'air, la couleur rouge diminue graduellement d'intensité, sans toutefois disparaître complètement, même au bout de quelques semaines. On en a conclu que le rougissement est dû, au moins en grande partie, à un acide volatil, et la plupart des traités l'identifient à l'acide formique.

L'examen des travaux originaux effectués sur le sujet montre que les preuves sur lesquelles se base cette affirmation n'ont rien de très convaincant. Gorup-Besanez[1], le premier, a obtenu de l'acide formique en distillant des orties finement hachées avec de l'eau, avec ou sans addition d'acide sulfurique; mais rien ne prouve qu'il provient des poils urticants, car des organes végétaux très divers donnent également de l'acide formique par distillation, ou tout au moins un corps présentant les réactions réductrices de ce dernier. Haberlandt[2] a accepté sans autres preuves la présence d'acide formique dans les poils, tout en attribuant la plus grande partie de l'action urticante à un corps de nature enzymatique. Gibson et Warham[3], par contre, n'ont pas trouvé la moindre preuve de la présence d'acide formique dans les poils, dont ils inclinent plutôt à attribuer l'action urticante à l'acide tartrique. Enfin Petrie[4], qui a déterminé la quantité d'acide contenu dans les feuilles fraîches de l'ortie arborescente et de l'ortie commune, s'est rangé, sans la moindre vérification, à l'opinion courante.

Pour dissiper l'incertitude qui plane donc sur cette question, M. L. Dobbin[5] s'est attaché, au Laboratoire de Chimie de l'Université d'Edimbourg, à obtenir une preuve concluante de la présence ou de l'absence de l'acide formique dans les poils urticants de l'ortie.

Dans ce but, des bandes de papier filtre d'une grande pureté sont imprégnées de carbonate de baryum finement divisé, en les trempant d'abord dans une solution à 20 % d'hydrate de baryte, puis en les exposant à l'air pendant une période assez prolongée. Par un beau jour, lorsque le feuillage est sec, on applique fortement deux de ces feuilles contre les surfaces inférieure et supérieure d'un grand nombre de feuilles d'ortie. On recueille ainsi rapidement le liquide exprimé par des milliers de poils urticants, et l'acide libre qu'il contient est fixé par le carbonate de baryum sans être contaminé par des substances étrangères. Le sel de baryum formé est extrait deux fois par l'eau distillée froide, et l'extrait filtré est mélangé avec de l'acide phosphorique, puis soumis à la distillation. Le filtrat, légèrement acide, a été transformé en sel de plomb et également en sel de baryum, qu'on a fait cristalliser sur une lamelle de verre pour l'examen au microscope.

L'étude microchimique, faite par M. Balsillie, a révélé que les cristaux obtenus se rapportent sans le moindre doute au formiate de plomb et au formiate de baryum.

1. *J. prakt. Chem.*, t. XLVIII, p. 191 ; 1849.
2. *Sitzungsber. K. Akad. der Wiss. Wien*, t. XCIII, p. 130 ; 1886.
3. *Proc. Liverpool Biol. Soc.*, t. IV, p. 93 ; 1890.
4. *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, t. XXXI, p. 530 ; 1906.
5. *Proc. Royal Soc. of Edinburg*, t. XXXIX, p. 137 ; 1919.

Il est donc formellement établi que l'acide libre des poils urticants d'ortie est bien l'acide formique. Toutefois, ces recherches laissent ouverte la question de savoir si cet acide est la cause de l'irritation intense produite par ces poils, question sur laquelle, comme on l'a vu, Haberlandt s'est prononcé pour la négative.

§ 6. — Géologie

Le minerai de manganèse[1]. — Avant la guerre, les quatre grands pays producteurs de minerai de manganèse étaient les Etats-Unis, la Russie, l'Inde et le Brésil[2]. Les Etats-Unis ont notablement augmenté leur extraction pendant la guerre, ce qui ne les empêchait pas d'importer encore annuellement 500.000 tonnes de minerai, dont 80 % venait du Brésil les dernières années; leur production se compose de minerais pauvres qu'ils cherchent à utiliser de plus en plus, en perfectionnant la technique du traitement, de façon à être moins dépendants des minerais étrangers. Le Brésil a augmenté son exportation pendant la guerre; ce sont des minerais riches qu'il produit, mais leur teneur a baissé, et l'on prévoit que les mines brésiliennes en exploitation ne pourront pas maintenir longtemps leur production actuelle.

L'Inde, qui, en 1913-14, expédiait plus de 700.000 tonnes de minerai, dont un tiers en Angleterre, a vu ses exportations se réduire et tomber à 400.000 tonnes en 1918-19. Les raisons en sont la crise du tonnage, la disparition du marché belge et la forte réduction des envois en France et aux Etats-Unis; c'est l'Angleterre qui, pendant la guerre, absorbait la presque totalité des expéditions. Les Etats-Unis, qui achetaient 168.000 tonnes en 1912-13, n'en prenaient plus que 10.000 tonnes en 1918-19. Comme l'Inde produit des minerais riches et d'une teneur remarquablement uniforme, il est probable que ses anciens clients lui reviendront.

C'est la Russie qui possède les gisements les plus étendus du monde. Les plus riches sont ceux de Nikopol, sur le Dniepr, mais les plus puissants sont ceux de Tchiatouri, en Transcaucasie. Leur exportation a cessé depuis la guerre, et la Russie est restée seule consommatrice. L'extraction s'est réduite de plus de moitié, et l'été dernier, il y avait à Tchiatouri et dans le port de Poti plus d'un million de tonnes disponibles, d'un minerai titrant de 50 à 60 % de manganèse pur.

L'Angleterre exportait avant la guerre une grande quantité de ferro-manganèse, particulièrement aux Etats-Unis. Aujourd'hui, ce dernier pays produit avec ses minerais pauvres toute sa consommation en spiegel; quant au ferro-manganèse, ses importations sont tombées de 128.000 tonnes, en 1913, à 27.000 tonnes, en 1918, tandis que sa production s'élevait à 326.000 tonnes.

Pierre Clerget.

§ 7. — Biologie

Une plante dangereuse pour les insectes qui en assurent la pollinisation. — M. H. Ricôme a signalé récemment à la Réunion biologique de Lille[3] le cas curieux d'une plante dont les fleurs, profondément adaptées à la pollinisation par les Insectes, font cependant périr en grand nombre, en les retenant par leur trompe, ces agents indispensables à la production des graines.

Il s'agit d'une Asclépiadée grimpante, du genre *Arauja*, cultivée dans les jardins; la fleur est celle d'une Asclépiadée à pollinies. Pour atteindre au pollen, l'insecte doit engager sa trompe entre les étamines et la corolle. Alors il la retire aisément. Les rétinacles, auxquels sont suspendus deux pollinies, piétinés par les pattes antérieures, se collent aux tarses.

Mais il arrive que l'animal glisse sa trompe, non en dehors des étamines, mais entre l'un des rétinacles et les bords contigus de deux anthères voisines. Le rétinacle possède un sillon visqueux qui embrasse la trompe, produisant une grande adhérence. C'est de là que vient tout le mal. Les fourmis ailées sont impuissantes à extraire les deux pollinies de leur loge et périssent sur place, la trompe simplement engluée par le rétinacle qui l'enserre dans son sillon.

Les insectes plus vigoureux parviendraient à entraîner l'appareil pollinique, s'il ne survenait un autre empêchement. Un Sphinx peut introduire l'extrémité de sa trompe par une pression qui écarte légèrement les deux étamines et ouvre le sillon du rétinacle. Le passage étroit franchi, l'extrémité de la trompe se trouve entre les faces latérales de deux anthères dures, dont les bords externes en arêtes cornées se touchent. L'insecte l'enfonce jusqu'au moment où les tissus de la fleur ne prêtent plus, maintenus par la rigidité des étamines et l'étroitesse de la corolle. Lorsqu'il veut la ramener en arrière, il exerce une traction sur le massif staminocarpellaire, ce qui a pour effet de rétrécir ce massif, d'appliquer l'une contre l'autre les faces contiguës des anthères et de comprimer la partie de la trompe qui s'est engagée. L'étau se resserre d'autant plus que la traction est plus forte, alors que par, l'adhérence du rétinacle à la trompe, celle-ci fait corps avec tout le massif central solidement fixé.

La trompe des Sphinx est trop large pour passer entre les deux arêtes contiguës des anthères. Il n'en est pas de même pour les Abeilles qui, en se débattant, arrivent parfois à arracher le rétinacle, mais engagent la trompe entre les deux arêtes. Or le rétinacle est trop volumineux pour passer dans cette fente.

Faut-il voir, dans ces circonstances, un défaut d'adaptation de nos Insectes à une fleur exotique? Ce point mériterait d'être étudié dans le pays d'origine de la plante. En tout cas, il faut éviter de cultiver cette espèce là où l'on élève des Abeilles : la plupart des fleurs retiennent quelques victimes, et les Abeilles y figurent en grand nombre.

§ 8. — Géographie et Colonisation

L'exploitation des bois coloniaux; les bois de la Côte d'Ivoire, du Gabon et de l'ancien Cameroun. — Si la France souffre aujourd'hui de la pénurie de beaucoup de matières premières indispensables, pour presque toutes c'est à nos colonies qu'elle peut et doit s'adresser pour refaire ses approvisionnements; le tout est de prendre d'efficaces mesures pour tirer profit de leurs richesses considérables. La question des bois est au nombre des plus importantes, en raison du déficit de la production métropolitaine et des besoins qui naissent de la restauration urgente des régions dévastées. Or, notre domaine forestier colonial est assez étendu pour y trouver toutes les ressources en bois qui nous font en ce moment défaut. Dans une récente étude publiée sur ce sujet, le Dr Chauveau estime que la superficie totale des forêts coloniales, bien qu'elle soit encore imparfaitement connue, approche, si elle ne le dépasse, du chiffre de 150 millions d'hectares, tandis qu'en France notre domaine boisé n'occupe pas plus de 9 millions d'hectares[1].

Presque toutes nos colonies peuvent nous fournir des apports, mais dans des mesures diverses. Les forêts ont une grande extension sur tout le sol de l'Indochine et leurs essences sont très variées; l'une d'elles, très

1. *The Times Trade Supplement*, 1er novembre 1919.

2. La production mondiale de 1912 s'élevait à 2.300.000 tonnes, dont 990.000 aux Etats-Unis, 766.000 en Russie, 618.000 dans l'Inde, 155.000 au Brésil. La France ne produisait que 5.576 tonnes (Hautes-Pyrénées 2.996, Saône-et-Loire 1.334, Aude 1.142); notre importation s'élevait à 223.000 tonnes, dont 95.000 de l'Inde, 88.000 de Russie, 27.000 d'Espagne.

3. *C. r. Soc. Biol.*, t. LXXXII, p. 1015; 25 oct. 1919.

1. Dr Chauveau, sénateur de la Côte-d'Or : L'utilisation des forêts coloniales (*La nouvelle Revue*, 1er décembre 1918, p. 233-248).

estimée, est le teck (*Tectona grandis*). La Guyane a aussi de vastes étendues boisées où l'on trouve à peu près toutes les espèces de la zone tropicale américaine; la densité forestière a pu être appréciée à 60 arbres par hectare. Les forêts couvrent à Madagascar de 10 à 12 millions d'hectares [1]. En Algérie, il n'y en a que 3 millions d'hectares, mais il faut ajouter beaucoup d'arbres isolés ou en petits bouquets; le principal produit est le liège. Pour la Tunisie, le chiffre est plus faible, mais encore doit-il aux reboisements d'avoir progressé.

Mais, de toutes nos colonies, ce sont celles de l'Afrique tropicale qui peuvent nous fournir la plus ample quantité de bois, et parmi elles ce sont la Côte d'Ivoire et le Gabon dont le taux de boisement est le plus élevé. L'une et l'autre offrent cet avantage de pouvoir, en raison de leur situation géographique, communiquer plus aisément avec la métropole, de sorte que leurs bois peuvent lui rapporter une contribution plus forte et plus immédiate [2], tandis que de grandes colonies plus éloignées, comme l'Indochine et Madagascar, ne peuvent en ce moment lui fournir que des apports limités, tout en demeurant pour elle d'importantes réserves.

La reconnaissance et l'étude des richesses forestières de nos grandes possessions de l'Afrique Occidentale et Equatoriale sont dues aux nombreux explorateurs et savants qui les ont parcourues, mais surtout à quelques spécialistes, et parmi eux on doit mettre au premier rang M. Auguste Chevalier, docteur ès sciences, chef de la Mission permanente d'Agriculture coloniale du Ministère des Colonies, dont les remarquables travaux forment la plus solide documentation qui existe sur nos bois coloniaux et sont demeurés la base de toutes les investigations ultérieures.

Ce fut à la suite de la mission officielle remplie par lui de 1906 à 1907 que M. Auguste Chevalier publia la *Première étude sur les bois de la Côte d'Ivoire* [3]; dans ce voyage, il avait recueilli plus de 220 échantillons de bois appartenant à autant d'essences différentes. Après la mission Chevalier, une autre mission, celle-là privée, dirigée par le capitaine Gros, explora une partie de la même forêt en 1909, et elle donna, elle aussi, des conclusions très favorables sur la nature des bois qu'elle contient et sur leurs possibilités d'exploitation [4]. Au cours d'une nouvelle mission, en 1908-1910, M. Chevalier compléta ses recherches et put mieux montrer encore ce qu'il y avait à faire.

Quant aux bois du Gabon, ils ont fait aussi l'objet d'études approfondies de la part de l'infatigable explorateur et savant botaniste Auguste Chevalier, qui, à la suite de plusieurs missions dans la colonie, a publié récemment un important ouvrage sur la vaste forêt gabonaise [5].

1. Toute une bibliographie concernant les bois coloniaux pourrait être établie; ne pouvant l'entreprendre ici, nous nous bornons à signaler quelques-uns des travaux récents d'un caractère général qui les concernent : Henri JUMELLE : *Les ressources agricoles et forestières des colonies françaises*, Marseille, Barlatier, Paris, A. Challamel, 1907; G. CAPUS et D. BOIS : *Les produits coloniaux*, Paris, Armand Colin, 1912, p. 342-358; Emile PERROT : *Les bois industriels des colonies françaises*, dans le volume *Les grands produits végétaux des colonies françaises*, Paris, Emile Larose, 1915; Fernand ROUGET : *Pourquoi et comment il faut développer l'exploitation des bois coloniaux*, Paris, Emile Larose, 1919.

2. On peut voir sur les bois de ces deux régions africaines : Notice officielle sur les bois coloniaux. Les bois de la Côte d'Ivoire et du Gabon (*Bull. de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, mars-avril 1919, p. 284-298).

3. Paris, A. Challamel, 1909. L'ouvrage forme le fascicule V de la série : *Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*, paraissant sous la direction de M. Aug. Chevalier. L'auteur y rappelle tous les travaux antérieurs à sa mission.

4. Capitaine GROS : Mission géodésique et forestière de la Côte d'Ivoire (*La Géographie*, t. XXI, 1er sem. 1910, p. 72-81).

5. Aug. CHEVALIER : *La forêt et les bois du Gabon*; Paris, A. Challamel, 1917. Ouvrage formant le fascicule IX de la série : *Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*.

De ces deux grandes zones forestières de l'Afrique tropicale, c'est celle du Gabon qui est de beaucoup la plus vaste. Elle s'étend de la frontière de l'ancien Cameroun allemand, au nord, à celle du Congo belge, au sud, sur une longueur de 700 kilomètres et ayant à travers le Gabon une largeur moyenne de 200 kilomètres, sa superficie totale dans notre colonie, sans tenir compte du Cameroun, n'est pas inférieure à 140.000 kilomètres carrés. M. du Vivier de Streel, dont on sait la compétence coloniale, estime que l'Afrique Equatoriale française est l'un des pays du monde les plus favorisés au point de vue de l'abondance des richesses forestières et des facilités que présente leur exploitation [1]. A ces richesses forestières du Gabon s'ajoutent aujourd'hui celles du Cameroun conquis; on a pu évaluer à plus de 3 millions d'hectares l'étendue des forêts avoisinant la côte et desservies par les voies aboutissant dans les ports français du Cameroun.

Quelque peu moindre est l'étendue de la forêt équatoriale de la Côte d'Ivoire. Large d'environ 200 kilomètres et longue de 600, la zone forestière recouvre une superficie de 120.000 kilomètres carrés [2]; mais ce qui est venu beaucoup amoindrir son importance, ce sont les abattages qui ont été faits par les indigènes pour établir des cultures; il en résulte que la véritable forêt vierge, en raison des vides qui ont été créés, ne couvre plus guère aujourd'hui que la moitié de cette surface, soit environ 60.000 kilomètres carrés. Mais l'on s'efforce de réparer ces pertes et, pour le moment, la Côte d'Ivoire offre pour nous cet avantage, par rapport au Gabon, d'être la plus proche de nos colonies susceptibles de suppléer à nos besoins.

M. Auguste Chevalier avait toujours cherché, par ses nombreux travaux, à guider dans un sens pratique l'exploitation des bois coloniaux. Mais il faut entrer en pleine voie de réalisation et résoudre au plus tôt les problèmes multiples que soulève cette exploitation. En dehors des questions se rattachant à l'outillage économique, transports et main-d'œuvre, dont l'administration se préoccupe et qu'il importe de solutionner activement, l'intensification de la production forestière coloniale en soulève aussi, comme le fait fort justement remarquer M. Fernand Rouget [3], un certain nombre d'autres d'ordre pratique et technique, depuis le moment de l'abattage jusqu'à l'arrivée sur le marché. Aussi était-il nécessaire d'envoyer sur place une mission forestière spéciale chargée de préparer une exploitation rapide et efficace.

A ce but répondit la mission d'études d'économie forestière coloniale qui fut envoyée en Afrique sous la direction de M. le capitaine, depuis commandant André Bertin, inspecteur adjoint des Eaux et Forêts. De cette mission faisaient partie aussi M. le capitaine G. Launois, inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, le sergent Bettenfeld, industriel mobilisé, et M. F. Fleury, botaniste, préparateur au Muséum, qui a été le très dévoué collaborateur de M. Aug. Chevalier dans ses missions. Ayant laissé Bordeaux le 1er octobre 1916, la mission a, pendant environ une année, fait porter ses études sur les parties les plus importantes au point de vue forestier de l'Afrique Occidentale Française, de l'Afrique Equatoriale Française et des territoires de l'ancien Cameroun aujourd'hui rattachés à cette dernière colonie. La Côte d'Ivoire et le Gabon furent, avec le Cameroun, celles des régions qui, nécessairement,

1. DU VIVIER DE STREEL, président de la Chambre syndicale des importateurs de bois africains : *L'exploitation forestière en Afrique Equatoriale Française*. Coulommiers, Impr. Dessaint et Cie, 1916.

2. Les limites actuelles en ont été précisées dans le livre de M. Gaston JOSEPH, administrateur des colonies : *La Côte d'Ivoire. Le pays. Les habitants*. Paris, Emile Larose, 1917, p. 78. — M. le Gouverneur général ANGOULVANT a donné de cette forêt une belle description dans son ouvrage : *La pacification de la Côte d'Ivoire. 1908-1915*. Paris, Emile Larose, 1916, p. 4.

3. Ouvrage précité, p. 99.

devaient appeler le plus son attention. En même temps que des explorations étaient faites dans de nombreux massifs forestiers, il était installé des chantiers de prospection chargés d'évaluer les cubes de bois en essences utilisables et des ateliers d'étude ; des négociations furent entamées avec des fournisseurs éventuels et des marchés furent passés.

Ces recherches techniques faites sur place, et qui correspondaient à l'organisation d'un Service forestier colonial, permettent d'entrer plus sûrement dans la réalisation d'une mise en valeur rationnelle, et une série d'ouvrages publiés par M. le commandant Bertin se présente désormais comme des instruments nécessaires pour l'effectuer[1].

Dans les deux premiers tomes, composés selon un plan identique, M. le commandant Bertin a réuni des documents précis permettant aux forestiers coloniaux de reconnaître pratiquement les arbres qu'ils pourront utilement exploiter à la Côte d'Ivoire et au Gabon. Le chef de mission a établi un vocabulaire et « état civil » des bois usuels, afin de fixer une appellation précise de chaque essence, en empruntant la classification et la terminologie aux travaux de M. Aug. Chevalier. Puis, reprenant les espèces sélectionnées, il les répartit d'après les ressources qu'elles peuvent offrir pour une utilisation immédiate; il passe en revue leur densité, leurs genres d'usage, leurs caractères physiques ; il donne enfin un répertoire des noms vernaculaires, qu'il est nécessaire de connaître pour identifier toutes les espèces ligneuses.

Le tome III, beaucoup plus développé, est destiné à montrer la haute importance de la question forestière coloniale, et à expliquer quelles seraient les meilleures solutions de tous les problèmes de l'exploitation et de la mise en valeur. Beaucoup des points traités se réfèrent aux questions purement forestières qui étaient le but essentiel de la mission, mais il en est aussi de fort intéressants au point de vue exclusivement scientifique, comme les aperçus donnés sur les familles et espèces étudiées.

Les volumes déjà parus seront suivis d'un opuscule sur les bois et forêts du Cameroun conquis et d'une publication sur les bois et forêts de la Guyane française, l'un des membres de la mission, M. Bettenfeld, ayant été envoyé dans cette colonie pour y effectuer méthodiquement les mêmes reconnaissances et la même expertise des bois les plus répandus.

En même temps que la mission Bertin remplissait cette utile tâche, une autre mission, conduite par le gouverneur Salesses, lieutenant-colonel du génie, parcourait également l'Afrique tropicale pour procéder à une étude des bois coloniaux en vue des besoins immédiats des chemins de fer français, dont il était l'envoyé, et des pays africains eux-mêmes. Déjà, en 1905, il avait fait une enquête détaillée sur tous les chemins de fer de l'Afrique et, en juillet 1914, s'étant embarqué pour Dar-es-Salam, il dut revenir à la nouvelle des hostilités. Mais, depuis, il a pu remplir cette mission forestière des grandes compagnies de chemins de fer et, de janvier à décembre 1917, il a visité successivement, suivant un programme arrêté d'avance, le Sénégal, la Guinée française, la Côte d'Ivoire, le Cameroun, le Gabon, le Congo belge, l'ancien Est africain allemand et toute l'Afrique du Sud[1].

Les résultats forestiers de la mission furent l'objet de rapports et de pièces diverses adressées aux compagnies. De plus, les deux chefs de mission, Bertin et Salesses, s'entendirent au sujet des conditions d'établissement de l'état civil des essences forestières tropicales afin d'en arrêter d'un commun accord les principes et ils publièrent ensemble une petite notice sur les bois de la Côte d'Ivoire[2].

Gustave Regelsperger.

L'émigration actuelle aux Etats-Unis. — Les dernières statistiques officielles montrent à quel point le grand mouvement d'émigration vers les Etats-Unis a été arrêté par la guerre[3]. L'immigration aux Etats-Unis, dont la moyenne annuelle pour la décade qui a précédé la guerre se chiffrait par 1.218.480 personnes, est tombée pour l'année 1917-1918 (du 1er juillet au 30 juin) au nombre relativement insignifiant de 110.618 personnes. Les restrictions législatives récentes ne sont intervenues que très faiblement dans cette diminution; car il n'y a eu que 7.297 demandes d'immigration rejetées (ou 3,3 %), dont 23 % seulement par application de la nouvelle loi. Les entrées ci-dessus ne représentent qu'une faible addition à la population permanente du pays, car, durant la même année, 94.585 étrangers ont émigré, le gain net n'étant que de de 16.033 personnes. Dans l'ensemble, le nombre des immigrants est le plus faible qui ait été enregistré depuis 1844, à l'exception de l'année 1862 où il a été de 72.183.

Il serait évidemment illogique de tirer des statistiques de ces dernières années, qui réfléchissent les conditions anormales à la fois des Etats-Unis et du reste du monde, des conclusions sur l'avenir de l'immigration, tant au point de vue du nombre que des caractéristiques raciales. Il n'est cependant pas sans intérêt de noter qu'en 1918 les contrées qui ont fourni le plus grand nombre d'émigrants vers les Etats-Unis sont : la Grande-Bretagne, le Mexique, le Japon, la Scandinavie (y compris le Danemark) et l'Espagne. Dans l'excès des arrivées sur les départs (en ne tenant pas compte des voyageurs et résidents temporaires), on observe un ordre différent des races et nationalités : ici les Japonais sont en tête, avec un excès d'immigrants sur les émigrants de 8.610; puis viennent les Africains (noirs) avec 4.415, les Scandinaves avec 4.076 et les Espagnols avec 3.727. D'autre part, parmi les 14 nationalités dont l'émigration a dépassé l'immigration, on note en tête les Mexicains, avec un excès de départs de 7.482, puis les Russes avec 3.413 et les Italiens avec 2.901.

La même situation s'est continuée pendant la période de juillet 1918 à mars 1919 : les Britanniques sont toujours en tête de l'immigration, suivis par les Mexicains et Japonais. Le nombre total d'immigrants permanents dans ces neuf mois a été de 91.200, tandis que 63.144 étrangers ont quitté le pays, laissant une augmentation de 28.056 personnes[4].

1. *Mission d'études forestières envoyée dans les colonies françaises par les Ministères de la guerre, de l'armement et des colonies.* Chef de Mission : Commandant A. Bertin. Paris, Emile Larose, 4 vol. in-8°. — Tome I. *Les bois de la Côte d'Ivoire*, 1918. — Tome II. *Les bois du Gabon*, 1918. — Tome III. *La question forestière coloniale*, 1919, 2 fascicules.

1. *La Géographie*, tome XXXI, 1916-1917, p. 472; t. XXXII, 1918, p. 140 et 265.

2. *Les bois de la Côte d'Ivoire étudiés par les missions Salesses et Bertin.* Bingerville, Imprim. du Gouvernement, 1917.

3. Ann. Rep. of the Commissionner general of Immigration for the fiscal year ended June 30, 1918. Dep. of Labour, Washington, 1918.

4. *U. S. Immigration Service Bull.*, 1er mai 1919.

JAMES WATT

SON ROLE DANS LE DÉVELOPPEMENT DE LA MACHINE A VAPEUR

A PROPOS DU CENTENAIRE DE SA MORT

Le centenaire de la mort de James Watt a été célébré récemment en Angleterre avec une solennité toute particulière. Nos amis et alliés honorent Watt à juste titre comme un des fondateurs de leur richesse et de leur puissance nationales. Les découvertes qui lui sont dues ont contribué pour une part énorme au développement industriel de l'Angleterre, en lui permettant de tirer parti de ses grandes ressources en charbon.

Il peut être intéressant de rappeler brièvement ce qu'a été l'existence de Watt, et de passer en revue la série des progrès successifs qu'il a fait faire à la machine à vapeur; quand il a abordé ses recherches sur cette question, il se trouva en présence d'une machine très rudimentaire, dispendieuse, d'un rendement très faible; il l'a transformée au point de la laisser fort peu différente de ce que nous la connaissons maintenant. Les perfectionnements apportés à la machine à vapeur depuis le début du XIXe siècle sont relativement peu de choses en comparaison de ceux qui sont dus à Watt et qui furent réalisés dans l'espace d'une trentaine d'années.

***

James Watt est né à Greenock en Ecosse, le 19 janvier 1736; il est mort à Heathfield, le 25 août 1819, à l'âge de 83 ans. Son père était un constructeur de bateaux assez considéré, et tenant bien sa place parmi les notabilités de Greenock.

L'enfance de Watt s'écoula tranquille dans un milieu dénué de toute étroitesse d'esprit et qui fut certainement favorable au développement de son génie.

Très tôt, le jeune James fit preuve de dispositions scientifiques marquées; on raconte de lui qu'à l'âge de six ans il dessinait des figures de géométrie sur la pierre du foyer paternel; avant quinze ans, il avait déjà lu deux fois les « Eléments de Philosophie Naturelle » de S'Gravesande, qui l'initièrent aux découvertes et aux théories de Newton. Un ouvrage d'un ingénieur français, Bélidor (1693-1761), sur « l'Architecture hydraulique » l'intéressa aussi de très bonne heure.

Il suivit les classes des différentes écoles de Greenock, mais il doit peu de choses à ses maîtres; chez lui, il lisait constamment et avait toujours quelque expérience ou quelque travail de recherche en train; en outre, il se faisait remarquer dans l'atelier de son père par une grande habileté manuelle qui faisait dire de lui : « James a une fortune au bout des doigts. »

La profession de constructeur d'appareils de mathématiques l'ayant tenté, il alla faire son apprentissage à Londres à l'âge de dix-huit ans. Un an lui suffit pour s'assimiler tous les secrets du métier et en 1756 il se fixa à Glasgow, où il obtint le titre et la charge de fabricant d'instruments de mathématiques et de physique pour l'Université. Pendant les loisirs que lui laissait son travail, il étudiait la Chimie, réparait les instruments de musique et construisit même un orgue de toutes pièces. En 1760, il ouvrit un atelier pour son propre compte et en 1764 n'avait pas moins de 16 employés et ouvriers sous ses ordres, mais cette prospérité ne devait pas durer longtemps. C'est du début de 1765 que date sa première découverte concernant la machine à vapeur, la découverte du condenseur distinct du cylindre. Et à partir de ce moment, son travail de recherches va prendre de plus en plus une place prépondérante dans son existence, aux dépens du métier qui était son gagne-pain. Par suite, son atelier de construction d'appareils périclita peu à peu; il dut le fermer et devint en 1766 géomètre-arpenteur, puis ingénieur civil et à ce titre surveilla les travaux de construction du canal Calédonien, du canal de la Forth à la Clyde, etc.

Ces diverses occupations l'intéressaient peu et lui rapportaient moins encore. « Toutes mes pensées, disait-il, ont pour objet la machine à vapeur; je ne sais songer à autre chose. »

Ses premières expériences sur ces machines, qu'il devait transformer et perfectionner à un tel point par la suite, l'endettèrent tout d'abord rapidement. Un hasard heureux lui fit alors rencontrer le Dr. Roebuck, fondateur des Forges Carron. Frappé par l'intérêt que présentaient les recherches de Watt, il s'associa avec lui, s'engageant à supporter les frais des expériences, à faire breveter les nouvelles découvertes, puis à faire construire des machines dans ses usines, moyennant les deux tiers des bénéfices qui seraient réalisés dans l'affaire.

Grâce à cet appui, Watt put entreprendre des travaux suivis, tout en conservant les fonctions modestes d'ingénieur qu'il remplissait alors, et en 1769 il prit son premier brevet : « Sur une méthode nouvelle pour diminuer la consommation de vapeur et de charbon dans les machines à vapeur. »

En quoi consistaient ces machines dont l'étude passionnait Watt à un tel point ?

***

Denis Papin, vers 1698, avait conçu le plan d'une machine à vapeur qui peut être considérée comme le type des « machines atmosphériques » qui furent en usage pendant soixante ans. Au fond d'un cylindre vertical, ouvert au sommet et dans lequel se mouvait le piston, Denis Papin plaçait de l'eau qu'il faisait chauffer. La tension de la vapeur devenant bientôt égale à la pression atmosphérique, le piston se trouvait soulevé par la chute d'un contrepoids relié à sa tige par l'intermédiaire d'une corde passant sur deux poulies. Lorsque le piston était arrivé au haut de sa course, on enlevait le feu, la vapeur se condensait et le piston redescendait sous l'influence de la pression atmosphérique, entraînant avec lui le contrepoids. Ce projet de machine, théoriquement exact et intéressant, n'était guère réalisable en pratique, un seul et même récipient devant servir à la fois de chaudière, de cylindre et de condenseur. Et il est assez curieux de constater que c'est en rendant indépendant les uns des autres ces trois organes essentiels : chaudière, cylindre et condenseur, que Newcomen d'abord, Watt ensuite, ont perfectionné et rendu pratiquement utilisable la machine trop schématique de Denis Papin.

En 1705, Newcomen sépara donc la chaudière de l'autre récipient, cylindre et condenseur à la fois. En outre, il employa un artifice pour accélérer la condensation de la vapeur. Sa machine comportait un cylindre vertical ouvert au sommet et placé sous l'une des extrémités d'un balancier horizontal mobile autour d'un axe également horizontal passant par son centre et relié à son autre extrémité à un contrepoids par exemple. La vapeur d'eau provenant de la chaudière, à une pression à peine supérieure à une atmosphère, était admise dans le cylindre sous le piston; celui-ci se trouvait soulevé par cela même, et, arrivé au bout de sa course, on coupait la communication avec la chaudière; l'injection d'une petite quantité d'eau froide dans le cylindre y provoquait la condensation rapide de la vapeur. La pression atmosphérique s'exerçant au-dessus du piston le refoulait alors vers le bas, actionnant le contrepoids et effectuant un certain travail. L'eau injectée et la vapeur condensée s'échappaient du cylindre par un tuyau d'écoulement.

Les machines de Newcomen furent assez employées pour actionner des pompes aspirantes. Le « Guide des Etrangers dans la ville de Londres » signale, en 1720, « qu'on pouvait voir, au bord de la Tamise, une haute tour de bois et une machine élévatoire d'un nouveau modèle capable d'élever 3 mètres cubes d'eau du fleuve en une minute, au moyen de la vapeur produite dans une chaudière constamment entretenue en ébullition... cette eau est montée dans un grand réservoir en plomb situé au haut de la tour et de là s'écoule dans des canalisations qui alimentent plusieurs milliers de maisons. Cette machine peut passer à juste titre pour une grande curiosité. Etant données ses dimensions restreintes, son faible prix d'établissement et d'entretien et la quantité d'eau qu'elle est capable d'élever, son rendement est de beaucoup supérieur à celui de la célèbre machine de Marly. »

Un assez grand nombre de machines de Newcomen était un usage dans les mines pour épuiser l'eau dans les puits.

Il existait une machine de Newcomen dans la collection d'appareils de l'Université de Glasgow. Elle tomba entre les mains de James Watt en 1763. Ayant eu la curiosité de l'étudier de près et de la faire fonctionner, il fut de suite frappé par le fait que le refroidissement et le réchauffement successifs du cylindre, à chaque coup de piston, entraînaient forcément un fonctionnement extrêmement lent et une dépense de vapeur très exagérée. Le cylindre ne pouvait se remplir, par suite le piston ne pouvait commencer à se soulever, avant qu'une certaine quantité de vapeur se fût condensée en pure perte uniquement pour réchauffer les surfaces froides. Et Watt observa que cette consommation de vapeur était d'autant plus grande que l'on injectait une quantité d'eau froide plus considérable afin d'obtenir un vide plus avancé sous le piston.

Il commença alors une série de recherches méthodiques sur les propriétés de la vapeur d'eau, déterminant expérimentalement la relation qui lie sa densité et sa pression à la température. A l'aide d'une bouilloire, d'un tube de verre recourbé et d'un récipient plein d'eau, il établit : « qu'une certaine quantité d'eau transformée en vapeur peut échauffer environ six fois son poids d'eau de la température ambiante à 212° F. (100° C.), c'est-à-dire jusqu'à ce qu'elle ne puisse condenser une plus grande quantité de vapeur. Frappé par ce fait remarquable et n'en comprenant pas la raison, j'en parlais à mon ami le

Dr Black, qui m'exposa la théorie de la chaleur latente d'ébullition et de condensation qu'il avait découverte quelques mois auparavant. »

De ses expériences, Watt déduisit deux conditions essentielles au fonctionnement économique de la machine à vapeur à condensation : la température de la vapeur condensée devait être maintenue aussi basse que possible (100° F., ou moins encore), afin de réaliser un vide suffisant, et d'autre part « le cylindre devait constamment rester aussi chaud que la vapeur qui y pénétrait, venant de la chaudière ». Ces deux conditions étaient incompatibles dans une machine de Newcomen.

Watt s'attaqua alors à ce problème dont la solution ne lui apparut qu'après une longue suite de réflexions. Brusquement en 1765, durant une promenade, il entrevit que, si la condensation de la vapeur se faisait dans un récipient distinct du cylindre, plus rien n'empêchait d'avoir une température de condensation relativement basse, tout en maintenant le cylindre aussi chaud que l'on voulait. Dans l'idée de Watt, le récipient qui devait servir à la condensation de la vapeur pouvait être refroidi soit en y injectant de l'eau froide, comme dans la machine de Newcomen, soit en le soumettant à un courant d'eau froide extérieur ; de toutes façons on pouvait réaliser un vide partiel à l'intérieur du condenseur ; en ouvrant la communication avec le cylindre, la vapeur s'y précipiterait alors et se condenserait ; la pression dans le cylindre s'abaisserait autant que dans le condenseur ; le piston descendrait par suite sous l'influence de la pression atmosphérique et l'on pourrait recueillir du travail à l'extrémité du balancier ; la température dans le cylindre pouvait rester sinon constante, du moins élevée, pendant toute la durée du fonctionnement de la machine.

C'est là l'idée fondamentale de Watt, le point de départ de ses travaux ultérieurs sur la machine à vapeur ; elle date de 1765, mais elle ne fut vraiment mise au point et brevetée qu'en 1769, en même temps qu'un certain nombre d'autres dispositifs accessoires intéressants.

Pour atténuer le rayonnement de la chaleur et diminuer le refroissement du cylindre, Watt entoura tout d'abord celui-ci d'un revêtement de bois ; par la suite, il perfectionna encore ceci et réalisa, entre le cylindre et son enveloppe mauvaise conductrice de la chaleur, une chemise de vapeur à température élevée.

Il ferma aussi le haut du cylindre, toujours dans le but d'en diminuer le refroidissement, et substitua la pression de la vapeur à la pression atmosphérique pour provoquer la descente du piston.

Dans la machine du Newcomen, une petite couche d'eau placée sur le piston était destinée à assurer la fermeture aussi complète que possible du cylindre. Watt lui substitua une garniture métallique hermétique et utilisa les huiles de graissage pour faciliter le glissement du piston.

Si, dans la plupart de ses machines, la condensation de la vapeur était obtenue par injection d'eau froide dans le condenseur, il y a lieu de signaler aussi que Watt établit un modèle de condenseur à tubes en tous points analogue à ceux utilisés actuellement dans les puissantes machines de la marine.

Pour maintenir le vide dans le condenseur, Watt imagine d'adjoindre une « pompe à air » mue par la machine elle-même et destinée à enlever l'eau de la condensation, l'eau injectée et l'air qui pouvait pénétrer dans le condenseur.

Comme dans la machine de Newcomen, l'alimentation de la chaudière se faisait au moyen d'un tuyau ouvert de 36 pieds ou plus, assez long pour que la colonne d'eau équilibre la pression de la vapeur.

Tels sont les divers points qui font l'objet du premier brevet pris par Watt en 1769. Ils réalisent somme toute dans leur ensemble une machine du type de celle de Newcomen, entraînant une dépense de combustible moins grande, pouvant travailler plus vite, mais toujours capable seulement de mouvements de va-et-vient, à simple effet, avec admission de la vapeur à pleine pression pendant toute la course du piston, celui-ci actionnant un balancier par l'intermédiaire d'une chaîne mobile sur un arc de cercle.

***

Vers 1770, l'appui financier du Dr Roebuck venant à lui manquer, Watt trouva bientôt un nouvel associé : Boulton, le puissant fondateur des grandes usines de constructions métalliques de Soho, aux environs de Birmingham. En 1774, Watt, abandonnant définitivement la carrière d'ingénieur civil et l'Ecosse, s'installa à Birmingham dans le voisinage immédiat de Boulton. Il va se consacrer uniquement dorénavant à de nouvelles recherches sur la machine à vapeur. L'association Watt-Boulton mérite une mention particulière pour l'accord qui ne cessa de régner entre les deux partenaires pendant vingt-six années consécutives. Boulton, ayant reconnu très vite le mérite de Watt, le laissait travailler et chercher à sa guise sans jamais l'influencer. On peut vraiment dire que le hasard avait merveilleusement servi Watt en lui permettant de rencontrer Boulton et de l'intéresser à ses travaux. « Watt, dit Smiles, aurait pu chercher dans

l'Europe entière sans trouver un homme plus capable que Mathew Boulton de répandre son invention dans le monde. »

En 1775 le brevet de Watt est prolongé pour une période de vingt-cinq ans ; telle est aussi la durée du contrat d'association avec Boulton.

L'année suivante sortent enfin de l'usine de Soho les deux premières machines destinées à l'industrie ; l'une d'entre elles n'a pas cessé de fonctionner jusqu'en 1898, et depuis lors est conservée absolument intacte parmi d'autres souvenirs de James Watt.

Dès 1777, la machine de Watt supplante celle de Newcomen dans les mines de Cornouailles. Sur quarante machines à vapeur construites en 1778 dans les usines de Soho, vingt étaient destinées à ces mines, qui à ce moment ne comptaient déjà plus qu'une seule machine de Newcomen en action.

En 1781, Watt fit breveter « certains procédés pour transformer le mouvement de va-et-vient des machines à vapeur en un mouvement circulaire autour d'un axe, leur permettant par suite d'actionner les roues de moulins ou d'autres machines ». Il préconisa, en outre, l'emploi du volant.

En 1782, il prend un brevet : « sur quelques nouveaux perfectionnements apportés à la machine à vapeur », perfectionnements dont l'importance semble du reste lui avoir échappé en partie et parmi lesquels figurent l'emploi de la détente de la vapeur dans le cylindre, le principe de la machine à double effet (admissions successives de la vapeur de part et d'autre du piston dans le cylindre) et le principe de la machine à expansion multiple, par suite à plusieurs cylindres.

L'année 1784 amena la découverte du fameux « parallélogramme articulé » que Watt considérait comme l'une de ses découvertes les plus importantes et dont il fit deux applications fondamentales : la transformation du mouvement rectiligne alternatif du piston en un mouvement continu de rotation, et la commande automatique d'admission de la vapeur au moyen du régulateur à force centrifuge, ou régulateur à boules.

En outre il construisit les registres de vapeur à papillon, ainsi que divers compteurs et manomètres, et inventa « l'indicateur dynamométrique » ou indicateur de Watt, destiné à l'évaluation du travail de la vapeur dans le cylindre.

Vers 1790, ayant à peu près épuisé le sujet de ses recherches après cette belle série de travaux importants, Watt se désintéresse peu à peu de la construction des machines à vapeur. Il dut à cette époque consacrer une partie de son temps à défendre ses droits contre certains concurrents, qui n'hésitèrent pas à s'approprier ses découvertes et à lui disputer la priorité de ses inventions.

Les procès fameux de Boulton et Watt contre Bull et contre Hornblower durèrent six et sept ans et coûtèrent plusieurs milliers de livres sterlings, mais finalement les verdicts rendus établirent sans conteste les droits de Watt. Son premier brevet tomba du reste dans le domaine public en 1800.

Quelques découvertes n'ayant pas trait à la machine à vapeur sont aussi dues à Watt : il imagina un micromètre pour les instruments d'optique et la presse à copier du modèle encore employé maintenant.

Il semble avoir eu une part dans la découverte de la composition de l'eau ; il écrivait en effet en avril 1783 à Priestley « que l'eau était composée d'air déphlogistiqué et de phlogiston privés d'une partie de leur chaleur latente ». Il est difficile de saisir exactement le sens de ces termes surannés et de savoir jusqu'à quel point l'hypothèse de Watt a devancé la découverte de Cavendish.

C'est à Watt qu'est due l'introduction de la notion du « cheval-vapeur » : la puissance d'une machine était dite d'un cheval-vapeur lorsqu'elle était capable de soulever 33.000 lbs. à la hauteur d'un pied en une minute. La valeur ainsi déterminée était déduite d'expériences réelles faites avec des chevaux ; en réalité, elle est exagérée comme évaluation du travail que peut fournir un cheval moyen, mais cette exagération était voulue, dans un but purement commercial.

* *

James Watt s'était marié deux fois et eut six enfants ; l'un de ses fils dirigea pendant de longues années les usines de Soho avec un fils de Boulton.

Watt fut nommé membre de la Société Royale de Londres en 1785 ; élu correspondant de l'Académie des Sciences en 1808, il fut choisi, en 1814, l'un des premiers parmi les huit associés étrangers.

Il mourut à Heathfield dans les environs de Birmingham en 1819.

Comme l'a bien souligné M. A. Rateau, délégué par l'Académie des Sciences et la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale aux fêtes du centenaire de Watt, l'œuvre de celui-ci est le résultat de beaucoup d'observation et de persévérance. Merveilleusement doué et s'intéressant à toutes les branches de la science, Watt n'a pas été un empirique ; une méthode logique et précise a toujours dirigé ses recherches ; il mesurait les

phénomènes, inventant au besoin les instruments de mesure nécessaires, et il a su réaliser dans son travail cette application méthodique de la science à l'industrie que l'on préconise tant actuellement.

Seul l'usage de la vapeur surchauffée et par suite à des pressions élevées et l'emploi beaucoup plus généralisé de l'expansion multiple, différencient les machines à vapeur actuelles de celles construites dans les usines de Soho au début du XIXe siècle et répandues à profusion dans l'espace de quelques années dans tous les centres industriels de l'Angleterre. L'importance vraiment nationale de l'œuvre de Watt rend bien compte du véritable culte que les Anglais ont voué à cet inventeur, qu'ils ont enterré au milieu de leurs grands hommes dans l'abbaye de Westminster.

Dans la crise traversée actuellement par l'industrie anglaise, la solennité avec laquelle vient d'être célébré le centenaire de Watt devient assez significative : tous les efforts nécessaires seront faits pour que l'œuvre de James Watt ne périclite pas et que les industries nationales entrent dans une nouvelle ère de prospérité. Ceux que le souvenir de Watt avait rassemblés à Birmingham le mois dernier ont ressenti fortement cette impression à la suite du discours de sir David Brooks, lord mayor de la patrie d'adoption de Watt.

L'Université de Birmingham se propose de créer une chaire pour l'enseignement de « l'art de l'ingénieur » (chaire James Watt) et destinée en outre à faciliter les recherches sur « les principes fondamentaux qui régissent la production de la force et l'étude de la conservation des sources naturelles d'énergie ». En souvenir de Watt, Birmingham vise à devenir pour les ingénieurs et techniciens ce qu'est Stratford-on-Avon aux fervents de Shakespeare et la Mecque aux fidèles de Mahomet.

M. G. Tangye, le propriétaire actuel de Heathfield Hall, a conservé absolument intact l'atelier de Watt; il l'avait aimablement ouvert aux visiteurs pendant les fêtes du centenaire; ceux-ci y sont venus nombreux, désireux de voir le cadre où Watt a consacré tant d'années à ses recherches et à ses expériences.

Pour ces visiteurs également, on a fait fonctionner, à Ocker Hill, une des premières machines à vapeur sorties des ateliers de Soho. Cette machine est munie du premier indicateur construit par Watt; des diagrammes ont été pris pendant la visite et distribués aux assistants.

Parmi les discours prononcés à l'occasion du centenaire de Watt, nous citerons ceux du Prof. F. W. Burstall, sur *les Progrès dans la construction des machines;* du Prof. Hele-Shaw, sur *James Watt inventeur*, et du Prof. J. D. Cormack, sur *le Modèle de la machine de Newcomen réparé par James Watt.*

Enfin sir Olivier Lodge, dans un exposé très attrayant et évocateur, parla des *Sources de l'énergie*, surtout des sources nouvelles que nous entrevoyons, que l'avenir saura utiliser sans doute : des réserves formidables que représente l'énergie intra-atomique. « La désintégration d'un certain poids de radium, dit sir Lodge, libère une quantité d'énergie un million de fois plus grande que celle obtenue par la combustion du même poids d'hydrogène. » Les mines de charbon de l'Angleterre et du monde entier ne sont plus que bien peu de choses en comparaison d'une telle source d'énergie. Mais quand surgira un nouveau James Watt qui rendra cette puissance utilisable et saura la dompter ?

Mg. J. Rivière,
Agrégée de l'Université.
Ancienne élève de l'Ecole Normale supérieure.

LA LIGUE DES SOCIÉTÉS DE LA CROIX-ROUGE

On sait l'œuvre remarquable accomplie pendant la guerre par les Sociétés nationales de la Croix-Rouge des pays belligérants. Cette œuvre, qui à l'origine devait se borner au soin des soldats blessés ou malades, s'est étendue en plusieurs pays à l'assistance aux populations civiles victimes du grand conflit mondial, des privations et des maladies qu'il a entraînées.

Etant donnés le grand développement pris par les associations de Croix-Rouge, le prestige qu'elles possèdent dans chaque pays et l'expérience qu'elles ont acquise dans un grand nombre de domaines se rattachant à la santé publique, étant donnés aussi les besoins urgents de l'après-guerre et les services qu'elles sont encore susceptibles de rendre, M. H. P. Davison, de la Croix-Rouge américaine, a conçu le projet de proposer aux Croix-Rouges du monde entier de continuer leur travail en temps de paix et de s'unir en vue d'un effort systématique pour

prévenir, diminuer et secourir les misères causées par la maladie et les grandes catastrophes.

Ce projet, soumis aux Sociétés nationales de la Croix-Rouge des cinq grandes puissances de l'Entente, rencontra un accueil très favorable et, avec l'approbation et l'appui de leurs Gouvernements respectifs, celles-ci ont finalement constitué à Paris, le 5 mai 1919, la *Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge*, sur laquelle nous nous proposons de donner ci-après quelques détails.

I. — Buts et constitution de la Ligue

La Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge, en se constituant, a tout d'abord tenu à rendre un hommage empressé à « l'action exercée en faveur de l'humanité par le Comité international des Croix-Rouges à Genève, qui durant tant d'années a stimulé et encouragé les œuvres de secours et d'assistance pour le temps de guerre ».

Les nécessités actuelles ont obligé la Ligue à ne pas différer sa constitution ; mais elle se propose de travailler en parfait accord et de coopérer avec le Comité international de Genève — avec lequel elle s'est d'ailleurs tenue en rapports constants — et de lui servir de complément naturel pour le temps de paix. Cette coopération conduira sans doute avec le temps à une union organique des deux institutions, qui maintiendra les glorieuses traditions de l'œuvre fondée en 1863 par Dunant.

Les buts de la Ligue, tels qu'ils sont exposés dans ses statuts, sont les suivants :

1° d'encourager et de favoriser, dans chaque pays du monde, l'établissement et le développement d'une organisation nationale de Croix-Rouge, indépendante et dûment autorisée, ayant pour but d'améliorer la santé, de prévenir la maladie et d'atténuer les souffrances de tous les peuples du monde, en s'assurant leur coopération à cet effet ;

2° de contribuer au bien-être de l'humanité en intervenant comme intermédiaire pour mettre à la portée des peuples le bénéfice des faits déjà connus, des nouvelles découvertes scientifiques et médicales et de leurs applications ;

3° de constituer un intermédiaire qui coordonnera les efforts des œuvres d'assistance en cas de grandes calamités nationales ou internationales.

Ces buts ont été approuvés par le Pacte de la Société des Nations, à l'art. XXV, en ces termes :

« Les membres de la Société s'engagent à encourager et favoriser l'établissement et la coopération des organisations volontaires de la Croix-Rouge, dûment autorisées, qui ont pour objet l'amélioration de la santé, la défense contre la maladie et l'adoucissement de la souffrance du monde. »

La Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge espère d'ailleurs entretenir des relations suivies avec la Société des Nations, comme avec chaque Gouvernement particulier, tout en conservant son caractère volontaire, sans allure politique, gouvernementale ni confessionnelle. C'est dans ce but qu'elle a établi ses bureaux à Genève, désigné comme le siège futur du Secrétariat général de la Société des Nations, et où fonctionne déjà depuis longtemps le Comité international des Croix-Rouges.

La Ligue, fondée à l'origine par les Sociétés de la Croix-Rouge des Etats-Unis, de France, de Grande-Bretagne, d'Italie et du Japon, admet dans son sein toute autre Société qui poursuit les mêmes buts et qui est dûment autorisée par son propre Gouvernement. Depuis la date de sa fondation, les Croix-Rouges des pays suivants ont été admises dans la Ligue : République Argentine, Australie, Belgique, Brésil, Canada, Chine, Cuba, Danemark, Espagne, Grèce, Hollande, Inde, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pérou, Portugal, Roumanie, Serbie, Etat Sud-Africain, Suède, Vénézuéla.

La gestion des affaires de la Ligue a été confiée à un Conseil général et à un Conseil des Gouverneurs.

Le Conseil général, formé de représentants de toutes les organisations nationales membres de la Ligue, se réunit au moins une fois tous les deux ans et décide des grandes questions d'ordre général qui doivent être soumises à l'adoption de la Ligue.

Le Conseil des Gouverneurs se compose de 15 membres au plus, dont cinq désignés par les sociétés fondatrices à raison d'un par société [1], et dix membres désignés par les autres sociétés faisant partie de la Ligue, et de deux membres d'office, le Directeur général et le Secrétaire général de la Ligue, nommés eux-mêmes par le Conseil des Gouverneurs [2]. Le Conseil des Gouverneurs a pleins pouvoirs pour agir à la place du

1. Ces cinq membres sont actuellement : M. H. P. Davison, de la Croix-Rouge américaine, Président ; Sir Arthur Stanley, de la Croix-Rouge britannique ; le comte Jean de Kergorlay, de la Croix-Rouge française ; le comte G. Frascara, de la Croix-Rouge italienne, et le Prof. A. Ninagawa, de la Croix-Rouge japonaise.

2. Le Conseil des Gouverneurs a nommé directeur général Sir David Henderson, et secrétaire général M. William Rappard. Il a également fait les nominations suivantes : Trésorier général, M. André Pallain ; Directeur général des Services médicaux, le Cl R. P. Strong ; Conseiller technique des Services internationaux de Santé publique, le Prof. R. Santoliquido ; Directeur des Services d'initiative et d'extension, M. W. F. Persons ; Directeur des Services d'informations et publications, M. W. R. Hereford.

Conseil général lorsqu'il ne siège pas, pour adopter des règlements et faire tout ce qu'il juge nécessaire ou désirable pour poursuivre les buts de la Ligue, conformément aux statuts.

Un fonds spécial (don de la Croix-Rouge américaine) servira pendant une certaine période à couvrir les dépenses d'organisation et de fonctionnement de la Ligue. Le moment venu, chaque membre sera appelé à contribuer pour sa part aux dépenses.

II. — La Conférence médicale de Cannes

Afin de préparer un programme qui pût servir de directive aux peuples du monde entier dans une campagne universelle pour la préservation et l'amélioration de la santé publique, le Comité qui a préparé la fondation de la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge avait convoqué à Cannes, du 1er au 11 avril de cette année, une Conférence médicale à laquelle il avait invité des médecins éminents des cinq grandes puissances de l'Entente, spécialistes dans les diverses questions se rapportant à la santé publique.

Ces savants, sous la présidence de M. Emile Roux, membre de l'Institut, directeur de l'Institut Pasteur, ont tout d'abord approuvé l'initiative prise par le Comité d'organisation de la Ligue quant à l'extension du champ d'action des Sociétés de la Croix-Rouge, « nulle autre organisation n'étant aussi bien préparée actuellement à prendre ces grandes responsabilités et nul autre mouvement ne méritant d'avantage l'appui cordial et enthousiaste de tous les peuples ».

D'autre part, les membres de la Conférence médicale se sont répartis en six Commissions spéciales : Médecine préventive, Sauvegarde de l'enfance, Tuberculose, Paludisme, Maladies vénériennes et « Nursing », qui ont formulé, dans des Rapports approuvés à l'unanimité par la Conférence, les tâches à entreprendre par la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge. Voici un aperçu des conclusions de ces rapports :

§ 1. — Création d'un Conseil international et d'un Bureau central de Santé

Dans un rapport très documenté, le Dr R. P. Strong a d'abord montré la nécessité d'établir une organisation qui s'attache à l'étude des plus urgents problèmes de l'hygiène et de la santé publique et s'efforce à les résoudre de la façon la plus efficace. Dans ce but, il a préconisé la création d'un Conseil international de Croix-Rouge et d'un Bureau d'Hygiène et de Santé publique, dont les fonctions essentielles seraient les suivantes :

1° Attirer l'attention en tout pays sur les situations particulièrement urgentes qui nécessiteraient des secours médicaux ou sanitaires ; indiquer quelles méthodes il conviendrait d'employer pour la distribution de ces secours et par quels agents il conviendrait de les distribuer. Arriver à répartir ces secours de la façon la plus satisfaisante, soit par l'intermédiaire d'organisations nationales déjà existantes, soit par la création de commissions spéciales ;

2° Encourager de nouvelles recherches sur les questions relatives à la santé publique et créer au besoin des Commissions spéciales pour poursuivre ces recherches si elles semblent particulièrement urgentes, recommandables ou nécessaires ;

3° Expérimenter et faire connaître les découvertes et méthodes nouvelles reconnues efficaces dans la lutte contre les maladies contagieuses, ainsi que les nouveaux appareils et procédés sanitaires relatifs à l'hygiène et à la santé publique ;

4° Recueillir aussi rapidement que possible toutes informations importantes relatives à la santé publique et toutes méthodes nouvelles pour prévenir les maladies contagieuses et enrayer leur développement ; propager dans le monde entier ces renseignements et ces méthodes ;

5° Tenir un compte exact des institutions, écoles et laboratoires sanitaires de tous les pays intéressés et des travaux qui y sont entrepris ;

6° S'efforcer d'améliorer et de standardiser l'éducation de la santé publique dans le monde entier.

Le Bureau central devra avoir à sa disposition pour le travail :

a) un Laboratoire d'Hygiène pour l'expérimentation des nouvelles méthodes de lutte contre les maladies contagieuses (méthodes de diagnostic bactériologique, vaccination, sérothérapie, stérilisation, etc.) ;

b) un Musée où seraient exposés tous les nouveaux appareils sanitaires avec leur mode de fonctionnement. Il serait bon, d'autre part, de faire chaque année au Bureau central une exposition d'Hygiène plus vaste ;

c) une Bibliothèque où seraient reçus et collectionnés tous les documents relatifs à l'hygiène et à la santé publique, en particulier ceux qui présentent un caractère international. Il serait nécessaire aussi que des revues mensuelles fussent publiées dans lesquelles paraîtraient divers articles, rapports et circulaires utiles.

La Conférence médicale s'est ralliée entièrement au programme général ci-dessus. Toutefois, elle a recommandé à l'organisation centrale de la Ligue d'agir surtout par le moyen des Sociétés

nationales de la Croix-Rouge, là où il en existe, en évitant de supplanter, mais au contraire en s'efforçant de fortifier et d'aider toutes autres organisations nationales ou privées qui ont pour but le soulagement de la souffrance et le développement de la santé.

Un des devoirs immédiats de la Ligue sera d'aider à la création de Sociétés de la Croix-Rouge dans les pays où il n'en existe pas, et de fortifier et d'unir en vue des œuvres de santé les Sociétés de la Croix-Rouge déjà existantes.

Quand le Bureau de Santé aura été établi, d'autres points importants de la santé publique, en dehors de ceux qui ont été préparés et considérés à la Conférence médicale, devront être examinés, par exemple : l'hygiène mentale, l'hygiène industrielle, l'alimentation et la nutrition, etc.

§ 2. — **Rapports des Commissions spéciales**

1. *Commission de Médecine préventive.* — La Médecine préventive comprend pratiquement tout le domaine de la santé publique. Certains sujets très importants ayant été étudiés par les autres Commisions, la Commission de Médecine préventive a examiné seulement quelques questions plus vastes concernant la législation et l'administration de la santé publique et deux ou trois sujets d'importance immédiate.

L'adoption d'une bonne législation de santé publique, qui fait encore défaut dans plusieurs pays, doit être précédée d'un mouvement d'opinion. Le Bureau de Santé pourra y contribuer efficacement en rassemblant et commentant les lois de santé publique et les codes sanitaires des pays et villes importants d'Europe et de l'Amérique du Nord, en les distribuant aux fonctionnaires des services de santé publique, en aidant les Sociétés nationales de la Croix-Rouge à rédiger les lois-types pouvant s'adapter aux conditions administratives et aux coutumes de leurs pays respectifs.

En ce qui concerne l'administration de la santé publique, le Bureau central pourra prêter son concours : en créant des initiatives tendant au perfectionnement des statistiques d'état civil et de déclaration des maladies infectieuses, fondement indispensable de toute amélioration des conditions de la santé ; en stimulant et encourageant la création de laboratoires de santé publique dans tous les pays ; en favorisant la formation d'infirmières de santé publique ou infirmières visiteuses par la création de centres d'éducation « standardisés » ; en aidant par tous les moyens (presse, cinéma, affiches, expositions, conférences) à l'éducation du peuple en matière de santé publique.

Le Bureau central devra s'intéresser d'une façon toute particulière à la question de l'amélioration du logement ouvrier et des plans de ville, en conseillant aux Sociétés nationales de la Croix-Rouge de s'attacher à titre consultatif un ou plusieurs architectes s'occupant de constructions urbaines et de cités ouvrières, et en faisant connaître les meilleurs plans et les constructions les plus pratiques en usage dans les divers pays.

Mais les deux problèmes les plus urgents auxquels les efforts qui leur seront consacrés apporteront les solutions les plus rapides et les plus profitables sont la sauvegarde de l'enfance et la lutte contre le typhus. Ces deux points devraient être soumis à l'examen immédiat du Bureau central.

La première question a fait l'objet d'un Rapport spécial d'une des Commissions de la Conférence ; nous allons y revenir.

Quant à la lutte contre le typhus, la Commission de Médecine préventive a élaboré un programme d'action que la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge, dès sa constitution définitive, a commencé à mettre en exécution, notamment par l'envoi d'une Mission médicale interalliée en Pologne ; nous consacrerons également un chapitre à cette question pour terminer.

2. *Commission de la Sauvegarde de l'enfance.* — Les enfants, étant les êtres les plus faibles de la société, sont les premiers et les plus fortement éprouvés par les conditions hygiéniques, sociales et économiques défavorables. La guerre a augmenté la mortalité infantile et diminué fortement la natalité dans certains pays. La santé de nombreux enfants qui ont survécu a été considérablement altérée par suite d'une nourriture non appropriée et de négligences involontaires. De plus, la guerre et les récentes épidémies ont fortement augmenté le nombre des enfants abandonnés, particulièrement dans les régions dévastées. Les enfants représentant l'avenir de chaque pays, une campagne universelle pour la sauvegarde de l'enfance est un des plus pressants besoins de l'heure actuelle, tant au point de vue humanitaire qu'au point de vue économique.

Les problèmes les plus urgents sont :

1° sauvegarder les enfants dans le sein de la mère et favoriser leur développement normal ;

2° rendre à la santé les enfants qui souffrent par suite de maladie ou d'alimentation défectueuse, favoriser leur croissance normale et leur développement et surveiller la santé de ceux qui n'ont pas encore souffert du manque de nourriture ;

3° venir immédiatement en aide aux enfants abandonnés.

La Commission spéciale a établi un programme très complet pour l'œuvre de la sauvegarde de l'enfance, qu'elle a divisée en six parties, correspondant aux différentes périodes de la vie de l'enfant :

1° Avant la conception : considérations eugénésiques concernant les futurs parents ;

2° Période pré-natale, pendant laquelle l'enfant est sauvé par les soins donnés à la mère;

3° Naissance : soins obstétriques à donner à la mère;

4° Période s'étendant de la naissance à l'âge scolaire, se subdivisant elle-même en deux parties : le bas-âge (jusqu'à 2 ans) et la période de 2 à 6 ans. Dans la première, les deux points essentiels sont l'alimentation de l'enfant (allaitement maternel de préférence) et une surveillance constante (consultations de nourrissons ou visites à domicile par les infirmières de santé publique ou les visiteuses sanitaires); dans la seconde, une surveillance générale sur l'alimentation et l'hygiène doit être continuée : elle permettra de découvrir les commencements de maladies organiques, de prévenir ou corriger les imperfections physiques ou les difformités;

5° Période scolaire, de 6 à 14 ou 16 ans : enseignement de l'hygiène à l'école (et des éléments de puériculture aux fillettes);

6° Période de l'apprentissage, de 14 à 18 ans : application des lois sur le travail des enfants et adoption de mesures nouvelles, comme l'examen médical des enfants avant l'entrée dans l'industrie et la cessation de tout travail qui entraverait la croissance normale.

En se basant sur ces considérations, la Commission a formulé une série de vœux destinés à orienter l'activité du Bureau central et des Sociétés de la Croix-Rouge dans ce domaine.

3° *Commission de la Tuberculose.* — La tuberculose étant l'une des maladies les plus répandues et dont les conséquences sont le plus funestes à tous les égards, une importance spéciale s'attache à la lutte contre cette affection. La Commission de la Tuberculose a recommandé à l'attention de la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge un certain nombre de points dont nous relevons les suivants :

1° Dans toute campagne bien conduite contre la tuberculose, il est indispensable de s'assurer au préalable les moyens d'action qui suivent :

a) Dispensaires suffisants, avec laboratoires pour le diagnostic précoce par les médecins spécialistes; infirmières visiteuses qualifiées pour soigner, conseiller et instruire les malades ;

b) Inspection attentive et régulière des enfants d'âge scolaire en vue du dépistage précoce de la tuberculose;

c) Traitement d'hôpital pour les cas de tuberculose aigus, avancés et désespérés;

d) Possibilité de traitement en sanatorium pour tous les cas adéquats;

e) Education du peuple par toutes œuvres et moyens appropriés sur tout ce qui concerne la tuberculose, ses causes, les moyens de prévention, etc.

2° La tuberculose est si intimement liée aux conditions générales d'existence et de travail du peuple, que tous les efforts tendant à l'amélioration de ces conditions devront être encouragés. La Commission considère comme particulièrement importants à cet égard : le soin de l'enfance, les problèmes du logement, du nettoyage, de l'alimentation et de l'alcoolisme.

3° Il convient d'encourager l'établissement d'écoles de plein air à l'usage des enfants déjà atteints ou suspects de tuberculose; il convient également de protéger les enfants contre le danger de contamination dans leurs foyers, en les plaçant dans des familles saines à la campagne, ou dans des asiles, s'il n'est pas possible d'enlever du foyer le malade tuberculeux;

Le sytème de plein air devra être étendu à toutes les institutions ou établissements où il y a des agglomérations d'individus : casernes, orphelinats, pénitenciers, etc.

4° L'une des plus grandes difficultés étant de trouver une occupation qui convienne aux tuberculeux capables encore d'un certain travail dans des conditions favorables, il convient d'encourager les effort tentés pour établir des colonies agricoles et des organisations d'industries appropriées qui seraient rattachées aux dispensaires et sanatoriums sous la surveillances des médecins.

4. *Commission du Paludisme.* — La Commission a abouti aux conclusions suivantes :

A. *Œuvre immédiate.* — 1° Un Bureau central du Paludisme devra être institué aussitôt que possible, élément indispensable d'un plan général d'action bien conçu dans ce domaine.

2° Ce Bureau cherchera, par l'intermédiaire des Sociétés nationales de la Croix-Rouge, à entrer en relations et en collaboration avec toutes les organisations nationales qui luttent contre le paludisme.

3° Il se tiendra au courant de la lutte contre le paludisme dans tous les pays et se servira de

tout ce qui sera accompli dans chaque pays pour encourager et diriger les autres.

4° Dans la mesure où les occasions se présenteront et là où des ressources seront disponibles, il collaborera avec les organisations existantes dans la lutte active contre le paludisme.

B. *Renseignements, propagande et expériences.* — 5° Une étude complète sera faite de tous les ouvrages relatifs au paludisme, ainsi que sa répartition géographique. Tous les faits essentiels ainsi recueillis seront groupés sous les titres suivants : *a*) régions qui sont particulièrement en proie au paludisme; *b*) degré de l'infection ou nombre de cas dans les districts infectés; *c*) importance du paludisme en tant que déterminant l'incapacité de gain (par pays) ; *d*) mesures contre le paludisme dont l'efficacité a été constatée expérimentalement.

6° Des séries d'expériences concluantes sur le paludisme seront faites quand il sera possible, en notant dans chaque cas les conditions locales auxquelles on se heurtera, les mesures qu'on adoptera, les détails du processus suivi, les résultats obtenus et la dépense par tête qui en résultera.

7° Tous les renseignements recueillis seront exposés sous forme brève, claire et vivante, et abondamment répandus dans les pays atteints.

5. *Commission des Maladies vénériennes.* — Bien que dans maints pays des efforts aient été tentés pour prévenir les maladies vénériennes et les traiter d'une façon adéquate, il est besoin actuellement d'une action beaucoup plus intense, par suite surtout de l'augmentation considérable des individus infectés pendant la période de guerre et des conséquences désastreuses qui en résulteront pour l'avenir de la race et de la société. Aussi la Commission a-t-elle élaboré un programme très complet des efforts à accomplir dans ce domaine.

Tout plan complet de lutte contre les maladies vénériennes doit comprendre les principes généraux suivants :

1° Mesures pour la protection des individus non encore contaminés : éducation, distractions et récréations et développement du bien-être au foyer, encouragement des mariages précoces, traitement préventif immédiat ;

2° Mesures pour l'élimination de toutes conditions de milieu favorisant la dissémination des maladies vénériennes : répression de la prostitution publique et de la promiscuité sexuelle, contrôle de l'usage de l'alcool, etc. ;

3° Mesures pour le dépistage, traitement et surveillance des individus contaminés partout où il sera nécessaire ;

4° Mesures pour l'observation et l'enregistrement rigoureux des données relatives aux efforts tentés pour combattre ces maladies ;

5° Mesures pour le progrès des recherches et l'expérimentation des méthodes nouvelles tendant à réduire l'expansion de ces maladies : diagnostic des porteurs de bacilles, traitement, immunisation, etc. ;

6° Mesures éducatives.

La Commission a estimé que les premiers travaux à entreprendre par le Bureau central doivent être les suivants :

1° Préparer un code des lois et mesures pris dans les divers pays et qui ont paru les plus efficaces dans la lutte contre les maladies vénériennes et les communiquer à toutes les Sociétés de la Croix-Rouge ;

2° Développer la propagande populaire en recueillant, classant et communiquant toutes les brochures de propagande bien faites déjà existantes, préparant des films cinématographiques spéciaux, fournissant tous renseignements pour articles de journaux et revues, procurant des affiches et fournissant des conférenciers qualifiés ;

3° Préparer un appel à tous les corps législatifs les invitant à inscrire au programme de toutes les écoles de médecine l'enseignement du traitement et de la préservation des maladies vénériennes ;

4° Faciliter l'étude de ces questions par les infirmiers et infirmières, les travailleurs sociaux, les éducateurs laïques et religieux.

6. *Commission de « Nursing*[1] ». — On sait les services considérables qu'ont rendus pendant la guerre les infirmières diplômées ou non. L'activité féminine est appelée à se poursuivre après la guerre, particulièrement dans les Services de Santé publique en voie d'extension. Étant donnée l'importance d'une formation appropriée qui mette les infirmières en état de concourir à l'éducation hygiénique et sanitaire du peuple, la Commission du « Nursing » a émis les recommandations suivantes :

Le Bureau de Santé recueillera, analysera, publiera et répandra les renseignements relatifs au « nursing » et à l'action féminine dans le domaine de la santé publique, c'est-à-dire dans certaines questions particulières telles que la lutte contre la tuberculose, la sauvegarde de l'enfance, le traitement de l'ophtalmie infantile, le soin des femmes enceintes, le service social, etc.

1. Ce terme anglais, qu'on a conservé faute d'une traduction française littérale, équivaut à « soins aux malades ».

Une propagande sera entreprise, autant qu'il sera possible, dans les pays où les services d'infirmières qualifiées d'hôpitaux ou de santé publique ne sont pas encore développés en vue d'encourager l'établissement d'écoles professionnelles pour infirmières.

On répandra largement les renseignements relatifs à l'importance du « nursing » de santé publique, à l'insuffisance des moyens de préparation d'infirmières qualifiées. On vulgarisera de même toutes indications relatives à la transformation des cours préparatoires dans les écoles existantes en vue de les mettre en état de préparer des infirmières de santé publique, et l'on s'efforcera de créer des écoles spéciales en nombre suffisant pour répondre aux immenses besoins qui se révèlent dans ce domaine.

Bien que limité, le programme de travail tracé par la Conférence médicale de Cannes à la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge est déjà considérable. Il sera mis progressivement à exécution, dès que les divers services de la Ligue auront été organisés.

Mais dès aujourd'hui l'une des mesures urgentes préconisées par la Conférence de Cannes, la lutte contre le typhus, est en voie de réalisation. Il nous reste à dire brièvement ce qui a été fait dans cette voie.

III. — La lutte contre le typhus en Pologne et dans l'Est de l'Europe

L'une des plus funestes conséquences de la dévastation de la Pologne par la guerre est la terrible aggravation des conditions sanitaires de la population polonaise. Cette aggravation s'est manifestée par un accroissement extraordinaire du taux général de la mortalité, dû particulièrement à l'épidémie de typhus qui sévit depuis quelque temps dans le pays. Cette situation a engagé le Dr T. Janiszewski, ministre de la Santé publique, à demander l'assistance de la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge en vue d'enrayer cette épidémie en Pologne et dans les contrées orientales, en même temps que l'expansion d'autres maladies, notamment le choléra, la peste et la dysenterie, qui, de Russie, menacent de gagner l'Europe à travers la Pologne.

Cette requête concordant avec le programme même de la Ligue, celle-ci, après consultation de la Commission sanitaire interalliée et de l'Office international d'Hygiène publique, a décidé d'envoyer en Pologne une Mission médicale chargée d'enquêter sur la situation sanitaire et de signaler les meilleurs moyens de venir en aide à ce pays dans la lutte contre l'épidémie de typhus. Cette Mission a été composée de M. H. S. Cumming, du Service de Santé publique des Etats-Unis, de M. G. S. Buchanan, premier officier de Santé au Ministère de la Santé britannique, de M. A. Castellani, du Service de Santé italien, et de M. Visbecq, médecin principal de 1re classe dans l'Armée française. Partie de Paris au milieu d'août, elle a séjourné environ un mois en Pologne, et a parcouru la plus grande partie du pays, inspectant les hôpitaux, les camps de réfugiés, les camps de prisonniers, les habitations des pauvres tant dans les villages que dans les villes. Voici le résumé de ses constatations :

Il est bien connu que le typhus est une maladie à caractère endémique en Pologne. Cependant, avant la guerre, il ne se manifestait d'une manière générale que par des cas isolés. Il en fut autrement quand l'invasion, la misère et toutes les autres causes issues de graves troubles sociaux apparurent dans le pays en 1914. Le typhus trouva alors les conditions les plus favorables à sa propagation, et il devint un fléau qui atteignit des proportions formidables en 1918 et 1919. Actuellement la presque totalité du pays est contaminée par la maladie. L'Est et le Sud (Volhynie et Galicie) ont souffert le plus; mais les cas ont été aussi exceptionnellement nombreux dans le Sud-Ouest. Dans la Pologne telle qu'elle a été délimitée par le Congrès de Vienne de 1815, le nombre des cas déclarés fut de 124.620, avec 9.657 décès (soit 7 %), du 1er janvier au 27 juillet 1919, et ces chiffres sont certainement de beaucoup inférieurs à la réalité. En Galicie, où les informations sont plus sûres, les statistiques officielles accusent, pendant le même laps de temps, 21.208 cas, avec 2.812 décès (soit 13,26 %). Dans l'armée, de janvier à août 1919, on a signalé 5.688 cas dans les dépôts, et de mars à juillet 5.863 dans les troupes du front, avec une mortalité de 9,4 %. D'une façon générale, les progrès de l'épidémie furent constants de janvier à avril, devenant presque stationnaires d'avril à juin, époque à laquelle ils commencèrent à décroître. Il est à noter que presque partout une épidémie de fièvre intermittente coïncide avec celle de typhus; les cas de la première sont même plus nombreux dans certaines régions, mais la mortalité est beaucoup moindre.

Les conditions qui ont favorisé l'extension du typhus en Pologne sont les suivantes :

1° La pléthore d'habitants dans les immeubles, par suite de la destruction des habitations dans des régions entières et du défaut de constructions nouvelles dans l'ensemble du pays, alors que la population de la Pologne a augmenté par suite

de l'arrivée d'un grand nombre de rapatriés et de réfugiés venant de Russie ;

2° La sous-alimentation et la misère générale ; une fois de plus le typhus s'est révélé comme le mal inhérent à la misère physiologique, laquelle a suffi à réveiller le feu qui couvait et à généraliser les épidémies locales ;

3° La pullulation des poux de tête et de corps ; on sait que ces parasites sont les moyens directs de la contagion du typhus et de la fièvre intermittente. D'après les observations de la Mission aussi bien que les témoignages de tous les médecins exerçant parmi les milieux ouvriers et les classes pauvres, la pédiculose est presque universelle ;

4° La non-déclaration d'un grand nombre de cas et de décès, la pénurie de médecins, d'appareils et d'antiseptiques, qui empêchent de prendre les mesures d'isolement et de désinfection nécessaires ;

5° Le renouvellement constant de la contamination par les nombreux réfugiés (dont un certain nombre atteints de typhus) qui cherchent à quitter la Russie et traversent journellement la frontière ;

6° L'existence de nombreux camps de prisonniers près des villes, où le typhus ne cesse de régner.

Toutes ces conditions sont de nature à faire craindre, malgré la diminution des cas pendant les mois d'été (qui est de règle), une recrudescence formidable de l'épidémie de typhus (et conjointement de la fièvre intermittente) pendant l'hiver qui vient, si les mesures les plus énergiques ne sont pas prises pour remédier à la situation.

Même si la Pologne était isolée de l'Europe occidentale et de l'Amérique, sa situation actuelle serait suffisamment triste pour faire naître une sympathie universelle et pour lui assurer une aide efficace. Mais il est aussi de l'intérêt bien entendu des peuples occidentaux de lui prêter assistance dans sa lutte contre le typhus. Même dans l'état politique et militaire actuel de l'Europe centrale, il y a un mouvement important de gens allant et venant de Russie et de Pologne en Europe occidentale et en Amérique, tels que réfugiés, prisonniers de guerre rentrant dans leurs foyers, soldats ou simples voyageurs. Toutes ces personnes sont capables de propager la maladie. La récente épidémie de typhus en Hollande en est la preuve, de même que l'introduction du typhus à Gênes et ailleurs par des prisonniers et par l'infiltration continue de la maladie de Russie en Pologne.

Dans certaines parties de l'Europe occidentale, il existe à l'heure actuelle des conditions telles de surpopulation, de sous-alimentation, de manque de vêtements et de combustibles, qu'elles favoriseraient immédiatement une forte épidémie de typhus si le virus y était introduit. Au point de vue international, c'est donc le moment psychologique pour prendre des mesures appropriées en vue d'enrayer l'invasion des épidémies russes, tout en débarrassant la Pologne elle-même du typhus et des différentes maladies qu'on peut prévenir.

La Mission médicale a étudié ces deux questions. Quant à la protection contre l'épidémie russe, l'établissement d'un cordon sanitaire complet à la frontière orientale de la Pologne n'est pas à recommander, à cause des difficultés quasi insurmontables auxquelles on se heurterait et de l'extension déjà considérable du typhus en deçà de cette barrière. Mais une mesure très utile, sinon indispensable, serait l'installation, sur les principales routes venant de l'Est, et par lesquelles les réfugiés arrivent en masses, de stations appropriées où ces derniers seraient examinés individuellement, désinfectés et, selon le cas, envoyés à l'hôpital ou retenus en observation. Celles-ci fonctionneraient sinon comme une barrière absolue à la contamination, du moins comme un premier filtre rudimentaire, mais précieux. Des stations de ce genre existent déjà, mais la plupart manquent de personnel, de matériel, de vêtements de rechange et de nourriture, que les autorités polonaises ne peuvent fournir en quantité suffisante. C'est de ce côté qu'un secours est absolument nécessaire.

La Mission arrive à la même conclusion en ce qui concerne la campagne contre le typhus en Pologne proprement dite. Les autorités polonaises se rendent parfaitement compte de la gravité de la situation, et le Ministère de la Santé publique, d'une part, le Service de Santé de l'Armée, d'autre part, ont tracé un plan d'action tout à fait rationnel et bien compris. Mais les moyens sont déplorablement insuffisants. Ainsi, pour 28 millions d'habitants environ, la Pologne ne possède que 3.800 médecins, dont 1.400 mobilisés dans l'armée, soit 1 médecin à peine pour 10.000 civils. La pénurie d'infirmières expérimentées est quasi absolue, et le matériel fait un peu partout défaut.

Déjà plusieurs Sociétés de la Croix-Rouge ont apporté spontanément leur concours à l'amélioration de la situation sanitaire en Pologne, notamment la Croix-Rouge américaine par l'envoi de médecins, diaconesses, infirmières et volontaires et de matériel — auquel le Gouvernement américain a ajouté l'envoi d'un détachement

sanitaire de 500 hommes de l'Armée américaine — et la Croix-Rouge britannique, en distribuant presque tout le matériel hospitalier qui se trouvait entre les mains de son représentant à Varsovie. Une Société polonaise de la Croix-Rouge s'est fondée récemment pour prendre sa part de la lutte, mais elle aurait besoin elle-même d'être aidée dans son développement.

La nécessité s'impose de compléter dans une grande proportion les mesures déjà prises, par une action volontaire de la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge. La Mission médicale estime que cette dernière rendrait un service inappréciable si elle concentrait maintenant sur la Pologne les ressources dont elle peut disposer. Les mesures à prendre devraient porter sur les 4 points suivants :

1° *Organisation.* L'aide à donner ne doit pas être localisée, mais doit combattre et traiter la maladie dans la Pologne tout entière. Certaines parties du travail auront avantage à être faites directement par la Ligue, tandis que d'autres pourront être effectuées plus facilement par le moyen des Sociétés nationales de la Croix-Rouge participant à l'œuvre Il semble essentiel que l'activité de la Ligue soit dirigée sur place par un représentant en relations étroites avec les différents services gouvernementaux et les organisations volontaires.

2° *Renfort en matériel.* Les articles suivants sont indispensables : savon, sous-vêtements, linge, couvertures, vêtements pour les réfugiés et les convalescents, vivres pour les hôpitaux (malades et personnel), création d'hôpitaux et d'ambulances, remèdes, matériel d'épouillage (fixe et mobile), outils et matériel pour la construction de bâtiments en bois.

3° *Renforts en médecins et infirmières.* Un contingent de 50 médecins et de 100 infirmières expérimentées serait immédiatement nécessaire. Ceux-ci pourraient être engagés par la Ligue, pour un an par exemple.

4° *Développement de la Société de la Croix-Rouge polonaise.* La Ligue devrait former une section spéciale chargée d'aider cette Société dans : *a*) son organisation générale, *b*) la mise en état et la répartition de ses hôpitaux et autres unités, *c*) un enseignement destiné à former des infirmières et les meilleurs moyens d'utiliser les activités volontaires.

Telles sont les conclusions du Rapport de la Mission médicale interalliée sur les besoins actuels de la Pologne en vue de la lutte contre le typhus. Nous les avons rapportées avec quelques détails pour bien fixer par un exemple la nature des problèmes dont la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge est appelée à s'occuper et le concours qu'elle peut apporter à leur solution.

Il est à souhaiter que les efforts qu'elle va déployer dans le cas de la Pologne — et ceux qu'elle se propose de provoquer de la part des Gouvernements eux-mêmes, car la tâche est de celles qui dépassent ses propres ressources — aboutissent à un résultat tellement éclatant qu'il justifie sans réserves la création de la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge et le rôle qu'elle aspire à jouer dans le progrès de l'humanité.

Louis Brunet.

LES TRANSFORMATIONS DES IMAGES OPTIQUES PAR DES RÉFLEXIONS MULTIPLES

Cet article a pour but d'étudier, d'un point de vue général, l'emploi des miroirs ou des prismes à réflexion totale dans les instruments d'optique, comme redresseurs d'images, et de préciser leur effet qui n'apparaît pas toujours d'une manière évidente. Il traite en particulier le cas du renversement d'une figure par deux réflexions successives.

I. — Généralités sur les réflexions.

1. *Remarque initiale.* — On ne peut parler du sens d'une image qu'à la condition de préciser comment on la regarde ; mais il est possible de déduire préalablement certaines conséquences des lois de la symétrie auxquelles se conforment les réflexions optiques, sans avoir à parler de l'observateur.

2. *Transformations par réflexions d'un espace orienté.* — Dans ce but, nous orienterons l'espace au moyen (fig. 1) :

1° de deux axes rectangulaires choisis dans le plan de la première image, les plus commodes[1] : OY, OZ ;

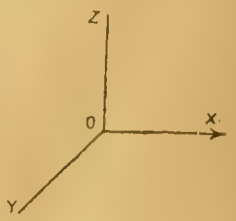


Fig. 1

1. Nous entendons par plus commodes ceux dont les transformations sont les plus faciles à suivre. Dans le cas d'un véhicule de Porro par exemple, ce sont évidemment les axes parallèles aux arêtes des deux prismes rectangles.

2° d'un troisième axe normal à l'image et définissant le sens de propagation de la lumière : OX.

Il est connu :

a) Qu'une réflexion seule, équivalente à une transformation de symétrie par rapport à un plan, donne une image qu'il n'est plus possible de superposer à l'objet ; si l'on met en coïncidence deux des trois axes précédents, parmi les quels OX, et leurs images, le troisième axe et son image sont opposés l'un à l'autre ;

b) Que deux réflexions successives rendent la deuxième image superposable à l'objet.

Le premier résultat s'étend évidemment à un nombre impair de réflexions successives, le deuxième à un nombre pair.

Mais du fait qu'un nombre pair de réflexions rend l'image et l'objet superposables, on ne doit pas être tenté de conclure que l'image est droite, au sens courant du mot ; elle est dans une position quelconque, elle peut être renversée ; il est seulement possible de la mettre droite par une rotation.

De ce qui précède, nous conclurons seulement qu'un nombre impair de réflexions inverse une des directions de l'objet supposé plan comme l'image, et que, par suite, un instrument d'optique qui donne d'un objet une image semblable, mais orientée d'une manière quelconque, doit compter un nombre pair de réflexions.

Le cas des réflexions sur un dièdre (prisme à toit) ou sur un trièdre droit — qui diffère, au point de vue de la rencontre des faces réfléchissantes par le faisceau lumineux, du cas des réflexions successives, puisque la lumière incidente se partage entre les faces — est soumis aux mêmes règles en ce qui concerne le résultat, puisqu'on peut ne considérer qu'une fraction du faisceau rencontrant les faces successivement.

II. — Renversement d'une figure par deux réflexions successives

Deux réflexions peuvent renverser une image, avons-nous dit ; nous allons le montrer en définissant cette fois la position de l'observateur.

Etudions d'abord les conditions sous lesquelles il est possible de passer d'une position à l'autre d'un même objet par deux réflexions. Voici leur énoncé :

Pour qu'il soit possible de passer d'une position à l'autre d'un même objet au moyen de deux réflexions, il faut et il suffit que trois points de la première, joints aux points homologues de la deuxième, définissent trois droites parallèles à un même plan, et que les projections des points sur ce même plan — constituant par le fait de la première condition deux triangles égaux — soient superposables sans retournement. Ces conditions étant satisfaites, toutes les solutions, en nombre infini, qui conviennent sont telles que l'intersection des deux plans de réflexion leur est commune ; le choix du premier plan est arbitraire.

La condition est nécessaire :

Soit en effet (fig. 2) A, B, C les trois points, α, β, γ leurs images données par la première réflexion, A′, B′, C′ leurs images définitives ; l'intersection

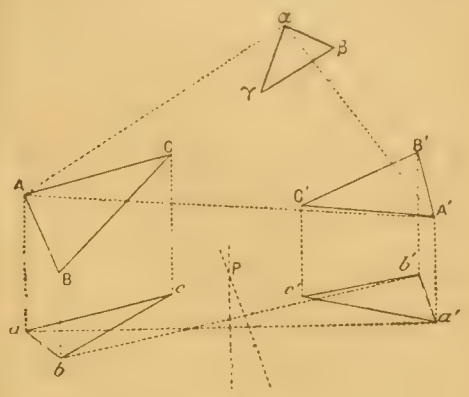


Fig. 2

des deux plans de réflexion est à la fois perpendiculaire à $A\alpha$, $B\beta$, $C\gamma$; $A'\alpha$, $B'\beta$, $C'\gamma$. Elle est donc aussi perpendiculaire à AA′, BB′, CC′, et les trois droites sont parallèles au plan normal à cette intersection. Les deux projections sur ce plan *abc*, *a′b′c′* sont superposables comme homologues après deux réflexions.

La condition est suffisante :

Projetons en effet les deux triangles ABC, A′B′C′ sur le plan directeur. Les projections sont des triangles : égaux en vertu de l'égalité de leurs trois côtés, qui sont en effet les projections de tronçons de droites égaux compris entre des plans parallèles, et superposables en vertu de l'hypothèse.

Il est alors facile de voir que deux réflexions sur deux plans normaux au plan directeur, passant par l'intersection P des perpendiculaires élevées sur les droites *aa′*, *bb′*, en leur milieu, et dont le premier est quelconque, superposent les triangles *abc*, *a′b′c′*.

Il en est évidemment de même pour les triangles de l'espace ABC, A′B′C′ dont les précédents sont les projections, puisque $aA = a'A'$, etc.

Donc finalement les deux figures homologues à trois dimensions sont superposées, du fait que deux réflexions n'inversent aucune des dimensions par rapport aux autres.

Ceci posé, revenons au problème de renverser par deux réflexions une image optique. La solution en est immédiate si l'on complète préalablement l'énoncé ; nous choisirons pour cela des

conditions supplémentaires qui se rencontrent généralement dans la pratique.

Application. — Empruntons un exemple à la constitution des télémètres et mettons qu'il s'agisse de redresser l'image d'une lunette visant horizontalement et dont l'axe optique devra parvenir à l'observateur dans un plan normal à l'axe de l'objectif et suivant une direction déterminée inclinée sur le plan horizontal de l'angle i (fig. 3). OB, OC sera l'image objective, O'B', O'C' l'image après deux réflexions.

Poser le problème ainsi, c'est se fixer la direction des axes, O'A', O'B', O'C', — O'B', O'C'

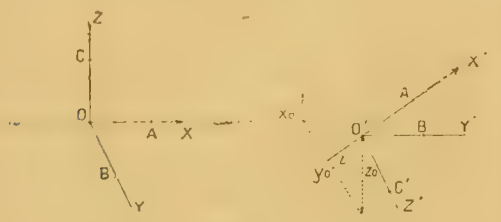


Fig. 3

étant renversés par rapport à OB, OC pour un observateur droit, ayant la tête en A d'abord, en A' ensuite.

On doit en somme trouver les positions du point O' telles que les trois droites OO', BB', CC' soient parallèles à un même plan et qu'en outre leurs projections *obc*, *o'b'c'* soient superposables. La traduction analytique de ces conditions est obtenue en écrivant que les trois plans perpendiculaires à OO', BB', CC' en leur milieu ont une droite commune; nous ne la transcrivons pas; elle situe le point O' sur une droite définie comme l'intersection du plan vertical où l'on doit amener l'axe de l'oculaire : O'X', O'Z' et d'un certain plan répondant à l'équation :

$$x + y + \frac{(1 - \cos i)z}{\sin i} = 0.$$

Le point O' étant choisi sur son lieu géométrique, l'intersection des plans de réflexion, commune à l'infinité des solutions possibles répond aux deux équations :

$$(1) \qquad (x - x_0) - y = 0,$$

x_0 étant l'abscisse du plan vertical O'X', O'Z',

$$(2) \quad (1 - \cos i)y - \sin i z + y_0 (1 - \cos i) - \frac{(1 - \cos i)}{\operatorname{tg} i} z_0 = 0,$$

y_0, z_0 étant avec x_0 les coordonnées de O'.

Il est une manière simple d'interpréter ce résultat. On retrouve les deux plans que représentent ces équations en choisissant, parmi toutes les solutions, celle du type F. T. 25 Barr et Stroud, qui comporte (fig. 4) une première réflexion sur le plan vertical $(x - x_0 - y = 0)$ faisant 45° avec l'axe de l'objectif, et une deuxième sur le plan parallèle à ce même axe, et incliné de $i/2$ sur le plan horizontal, i étant l'inclinaison qu'on veut donner à l'axe de l'oculaire, $(1 - \cos i)y - \sin iz$ etc... $= 0$.

L'intersection de ces deux plans définit la

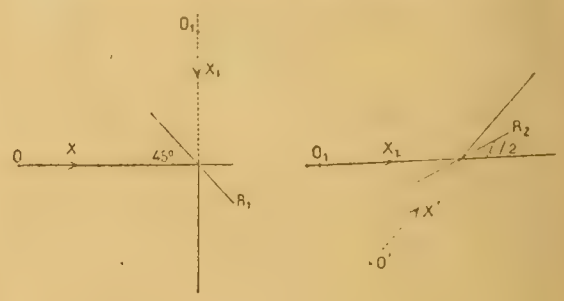


Fig. 4

droite où devront passer tous les plans de réflexion qui satisfont au problème.

III. — Conclusions

De l'étude qui précède nous retiendrons :

1° que, dans un instrument d'optique comprenant des véhicules redresseurs d'images par réflexions, la considération du trièdre orienté dont un des axes se confond avec l'axe optique de l'instrument est une manière sûre et simple de comprendre ou d'expliquer le rôle des véhicules. Il suffira de connaître, en plus de l'axe optique de l'instrument, la transformation subie par un des axes, choisi convenablement dans le plan de l'image; le troisième axe du trièdre se déduira du fait qu'un nombre impair de réflexions renverse le sens du trièdre et qu'un nombre pair le rétablit;

2° que, dans le cas particulier où la transformation d'une image est effectuée par deux réflexions, il existe un nombre infini de solutions où l'on choisira la meilleure au point de vue de la construction de l'instrument, en s'inspirant de considérations diverses telles que : moindre encombrement, facilité de tenue, moindre sensibilité aux variations de température, longueur de trajet minima de la lumière afin de réduire les pertes de clarté par absorption — relatives à la pièce de verre dont deux des faces opérant des réflexions totales réaliseront les plans choisis.

Cette deuxième conclusion nous a été suggérée par l'examen du système central d'un télémètre stéréoscopique allemand à deux réflexions, qu'il est difficile de définir simplement, autrement que du point de vue général que nous avons exposé, mais dont nous ignorons cependant s'il a été dessiné d'après ces idées de principe.

Félix Battestini,
Ingénieur de la Marine.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Annales de l'Observatoire Royal de Belgique, *publiées sous la direction de* G. Lecointe, *puis de* P. Stroobant. *Nouvelle Série.* **Physique du globe.** *Tome VI, fasc. I. 1 vol. in-4° de 142 p. avec 4 pl. et 6 fig. Fasc. II. 1 vol. in-4° de 170 p. avec 2 pl. et 7 fig. Hayez, imprimeur, Bruxelles,* 1914 et 1918.

Ces deux volumes renferment d'abord des observations faites à l'Observatoire d'Uccle sur : le magnétisme terrestre (1913), l'électricité atmosphérique (1913), la température du sol à différentes profondeurs (1913) et les secousses sismiques (1910 à 1913), avec la description du Pavillon sismologique de l'Observatoire. On y trouvera, d'autre part, deux mémoires de M. O. Somville, astronome à l'Observatoire, dont nous voudrions indiquer brièvement le contenu.

Le premier est une « contribution à l'étude des mouvements microsismiques ». En général, on donne le nom de *microsismes* à tous les mouvements que seuls les appareils sismiques permettent d'observer, tandis que l'on appelle *macrosismes* les tremblements de terre ressentis directement par les sens, sans le secours d'aucun instrument. Les microsismes — ou tremblements de terre microscopiques, comme on s'est plu à les appeler — se divisent en deux grandes espèces suivant qu'ils sont dus à des causes géologiques, donc internes, ou à des causes extérieures. La première espèce comprend, d'une part, les ondes provenant de tremblements de terre éloignés, devenues trop faibles ou trop lentes pour influencer encore les sens; d'autre part, les vibrations correspondant aux faibles secousses sismiques qui se produisent dans le voisinage des instruments. Quant à la seconde espèce de microsismes, elle comprend toute la série des mouvements de l'écorce terrestre qui, à l'opposé des précédents dont les durées totales sont toujours très courtes, présentent un caractère de continuité. C'est à cette seconde espèce de mouvements que s'appliquent exclusivement aujourd'hui les appellations de *mouvements* ou *agitations microsismiques* du sol, et c'est d'eux seuls que s'occupe M. Somville dans son mémoire.

Bien que les mouvements microsismiques soient signalés depuis nombre d'années déjà, nos connaissances à leur sujet présentent encore beaucoup de lacunes. Hecker, d'après des observations faites à Potsdam en 1904 et 1905, les a répartis, suivant leurs périodes, en quatre espèces différentes, pour lesquelles il y a lieu de rechercher des causes distinctes :

1° Mouvements de très courte période (jusqu'à 4 secondes, limités par M. Somville à moins de 2 secondes); ils ne sont pas dus à des causes naturelles; on se trouve là en présence de vibrations communiquées au sol par la circulation générale et par les nombreuses machines des usines; il y a lieu d'en tenir compte au moment de choisir l'emplacement d'une station sismologique;

2° Mouvements de 7 secondes environ (de 3 à 9 secondes dans la classification proposée par Somville); ce sont les plus importants et les plus intéressants. Dans certaines stations, on les observe presque toute l'année, leur intensité étant toutefois très minime pendant l'été; ils se font sentir presque avec la même intensité jusqu'à 1.000 m. de profondeur. D'après Wiechert, ils seraient dus au mouvement rythmique des vagues se brisant contre les côtes; d'après Wilip, à Poulkowa, ils dépendent principalement de la direction du vent sur la mer Baltique; pour Potsdam, Hecker a trouvé une relation entre cette classe de microsismes et la différence de pression barométrique sur l'Europe; Klotz, à Ottawa, est arrivé à une conclusion analogue; Omori, au Japon, les rattache en général aux cyclones du Pacifique ;

3° Mouvements de 30 secondes environ de période; très irréguliers, ils sont dus aux vents locaux, donc au frottement de la masse d'air en mouvement sur la surface du sol;

4° Mouvements de 1 minute et plus de période (ou pulsations); ils sont aussi très irréguliers et proviendraient, directement ou indirectement d'après Gutenberg, de l'action du froid sur la surface du sol.

C'est aux mouvements de la seconde catégorie (d'une période de 3 à 9 secondes), sur la véritable cause desquels règne le plus d'incertitudes, que M. Somville s'est spécialement attaché. Il nous est impossible d'entrer ici dans le détail de ses recherches, mais voici les conclusions auxquelles il arrive :

1° Les vagues de la mer se brisant contre les côtes ne peuvent pas être considérées comme étant la cause première des mouvements microsismiques de 3 à 9 secondes d'amplitude. Les relations qui ont été trouvées entre le mouvement des vagues et les amplitudes de cette classe de microsismes sont des relations secondaires entre des phénomènes qui dérivent des mêmes causes.

Il est, d'ailleurs, difficile à saisir comment les vagues de la mer se brisant contre les côtes peuvent être la cause de mouvements rythmiques de périodes aussi longues. Lorsqu'une tempête se déchaîne, par exemple, sur les côtes Ouest des Iles Britanniques ou de la Norvège, tous les points de la côte ne sont pas frappés simultanément par des vagues qui se succèdent à intervalle régulier d'environ 6 secondes, mais, sur une pareille étendue de côtes, des chocs se produisent d'une façon ininterrompue. Dès lors, on ne comprend pas que, d'une série de chocs inégaux se succédant très rapidement, il puisse résulter, surtout à de grandes distances à l'intérieur des terres, un mouvement régulier d'une période allant jusqu'à 8 ou 9 secondes.

2° Pour les Observatoires d'Europe dont M. Somville a pu utiliser les données (Poulkowa, Uccle, Hambourg, Gœttingue, Gratz et Postdam), il existe une relation étroite entre les amplitudes des mouvements microsismiques considérés dans leur ensemble et les différences de pression barométrique sur une étendue géographique restreinte ayant respectivement chacune de ces stations comme centre. Il y a, dans cette liaison, une preuve péremptoire d'une dépendance directe existant entre les mouvements microsismiques et les perturbations barométriques.

3° Lorsqu'on considère les amplitudes moyennes diurnes des microsismes pour les diverses stations de l'Europe, on constate que très souvent pour un certain nombre de ces stations, plus rarement pour toutes à la fois, ces amplitudes montrent des fluctuations sensiblement parallèles durant un certain nombre de jours consécutifs. Dans tous les cas rencontrés, on a constaté toujours que les localités intéressées étaient couvertes par une même dépression atmosphérique et occupaient des positions à peu près analogues par rapport aux lignes isobares. En outre, les larges dépressions avec isobares soi-disant parallèles courant à travers toute l'Europe avaient, au point de vue de la production de forts microsismes, une influence plus grande que les dépressions avec isobares très concentriques.

En un mot, dans le cas des mouvements microsismiques d'une période de 3 à 9 secondes, ce sont les dépressions atmosphériques qui, en Europe, mettent le sol en oscillation, et lorsque l'on prend en considération tous les éléments des perturbations barométriques, savoir : la différence de pression, l'extension des dépressions, la forme des isobares, le degré de régularité de

celles-ci, les troubles secondaires, etc., il est possible, dans la majorité des cas, de trouver dans les fluctuations de ces éléments la contre-partie des variations de l'intensité des microsismes dans chaque localité.

Toutes les grandes dépressions qui apparaissent sur l'Europe ayant presque toujours leur centre sur l'océan, si la mer exerce une influence sur la production des mouvements microsismiques d'une période de 3 à 9 secondes, c'est dans ce sens que cette influence doit être interprétée.

Le second mémoire de M. Somville est relatif à une question beaucoup plus spéciale, celle « de la différence de phase entre les mouvements du pendule et du galvanomètre dans l'enregistrement des ondes sismiques par la méthode électromagnétique ». On sait que les appareils sismiques du Prince Galitzine pour l'enregistrement des mouvements horizontaux du sol se composent de pendules du type Zöllner fortement amortis agissant sur des galvanomètres apériodiques. Dans le cas d'un mouvement harmonique du sol, le Prince Galitzine a démontré que le déplacement du galvanomètre peut se représenter par une sinusoïde simple ayant la même période que l'onde sismique, en d'autres termes que le mouvement du galvanomètre est le même que celui du sol ; mais entre les deux mouvements il y a une différence de phase $(\tau+\tau'_2)$, τ étant la différence de phase entre le mouvement du pendule et celui du sol et τ'_2 la différence de phase entre le mouvement du galvanomètre et celui du pendule.

M. Somville a reconnu que la solution de ce problème donnée par le Prince Galitzine n'est qu'un cas particulier et qu'il existe une autre solution également exacte. Pour savoir laquelle des deux doit s'appliquer dans la pratique, l'auteur a fait appel à trois moyens de vérification : 1° comparer des sismogrammes obtenus simultanément par la méthode optique directe et par la méthode d'enregistrement galvanométrique appliquées toutes deux au même pendule apériodique ; 2° faire osciller le pendule sans amortissement et observer directement au pendule et au galvanomètre les instants précis des maxima des oscillations; 3° comparer des sismogrammes obtenus simultanément par deux pendules apériodiques installés parallèlement l'un à l'autre et reliés à des galvanomètres de périodes très différentes. Les résultats de ces trois ordres de vérifications s'accordent pour montrer l'exactitude de la nouvelle formule proposée par M. Somville, tandis que celle du Prince Galitzine, actuellement en usage, conduit à des retards de temps importants, qui augmentent très rapidement avec la période de l'onde sismique.

L. Panchaud.

Aubert (Jean), *Lieutenant d'artillerie.* — **La probabilité dans les tirs de guerre.** *Préface de* M. d'Ocagne, *Professeur à l'Ecole Polytechnique. — 1 vol. in-8° de VIII-132 p. avec 37 fig. (Prix : 9 fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1919.

L'application du calcul des probabilités aux tirs de guerre vient de donner lieu à un très intéressant ouvrage du Lieutenant Aubert.

Se plaçant à un point de vue purement pratique, l'auteur a cherché à s'affranchir de deux conventions très répandues et qui sont à la base des solutions données jusqu'ici aux problèmes des tirs de guerre. La première consiste à n'envisager que des tirs comprenant un très grand nombre de coups, la seconde à admettre pour chacun d'eux l'existence d'un point moyen fixe et invariable.

L'auteur, en s'appuyant sur la condition des points moyens apparents relatifs à un petit nombre de coups, peut s'affranchir de la première des deux hypothèses précitées. La notion d'erreur de hausse en découle logiquement.

Sont ensuite étudiés : la question de la précision de la détermination des erreurs probables d'un canon et les problèmes relatifs au tir simultané de plusieurs pièces.

Le cas du tir dans une atmosphère variable fait l'objet de la 3e partie; celui du tir réel est traité dans la 4e partie.

De nombreux exemples et applications numériques permettent à tous les artilleurs d'utiliser aisément les règles déduites par l'auteur de ses calculs.

Ainsi que le constate M. d'Ocagne dans la substantielle préface de l'ouvrage : « Dans son ensemble, le travail du Lieutenant Aubert nous semble une importante contribution à l'application du Calcul des Probabilités aux problèmes du tir envisagé d'un point de vue purement pratique. »

On ne saurait que ratifier le jugement émanant d'un juge aussi autorisé.

P. Bourgoin,
Ingénieur général d'Artillerie Navale.

2° Sciences physiques

Ostwald (Wolfgang), *Privat-docent à l'Université de Leipzig.* — **An introduction to theoretical and applied Colloid Chemistry** (The world of neglected dimensions). *Traduit de l'allemand en anglais par* M. H. Fischer, *professeur à l'Université de Cincinnati. — 1 vol. in-8° de 232 p. avec 45 fig. (Prix cart. : 11 sh. 6 d.). John Wiley and Sons, New-York ; Chapman and Hall, Londres,* 1917.

The Chemistry of Colloids. Part I : **Chemistry of Colloids,** *par* **R. Zsigmondy,** *Professeur à l'Université de Gœttingue. Traduit de l'allemand en anglais par* E. B. Spear. Part II : **Industrial colloidal Chemistry,** *par* **E. B. Spear,** *Professeur-adjoint à l'Institut de Technologie du Massachusetts, avec un chapitre de* J. F. Norton. — *1 vol. in-8° de 288 p. avec 39 fig. (Prix cart. : 13 sh. 6 d.). John Wiley and Sons, New-York ; Chapman and Hall, 11, Henrietta Street, Covent Garden, Londres,* 1917.

L'étude des colloïdes, inaugurée par les travaux de Graham en 1861, a pris un tel développement depuis le début de ce siècle qu'une douzaine au moins de traités spéciaux — presque tous allemands — lui ont été consacrés pendant la décade qui a précédé la guerre. Deux autres ouvrages, de Wolfgang Ostwald et de R. Zsigmondy, se sont ajoutés plus récemment à la série, et ils viennent d'avoir les honneurs d'une traduction anglaise.

Le premier est constitué par une suite de cinq conférences, données par l'auteur en 1913 et 1914 devant un certain nombre d'Universités et de Sociétés savantes des Etats-Unis et du Canada. La première traite des propriétés fondamentales de l'état colloïdal et des méthodes de préparation des solutions colloïdales ; la seconde, de la classification des colloïdes, de leurs propriétés physico-chimiques et de la manière dont elles varient avec le degré de dispersion ; la troisième, des changements d'état des colloïdes. Les deux dernières sont consacrées à quelques-unes des applications, déjà nombreuses, de la Chimie colloïdale aux problèmes scientifiques (analyse, photo-chimie, colorants, catalyse, météorologie, minéralogie, agronomie, biologie, etc.) et techniques (lubrification, coloration des verres, céramique, ciments hydrauliques, métallurgie, teinture, tannage, etc.). Cet ouvrage constitue une bonne revue générale de la Chimie colloïdale moderne, pure et appliquée, sous une forme intelligible à tout lecteur pourvu d'une culture générale.

L'ouvrage de Zsigmondy-Spear remplit à peu près le même programme, mais d'une façon beaucoup plus approfondie.

La partie théorique, due à Zsigmondy, peut elle-même se diviser en deux parties : l'une qui expose la préparation, la classification et les propriétés des colloïdes en général et qui se termine par une théorie de l'état colloïdal ; l'autre qui traite de la préparation et des propriétés des divers colloïdes, classés dans l'ordre suivant : colloïdes métalliques, colloïdes métalloïdiques,

oxydes colloïdaux, sulfures colloïdaux, sels colloïdaux, colloïdes organiques, colorants, corps protéiques.

La seconde partie, due à Spear, décrit, dans une série de chapitres assez courts, les applications de la chimie colloïdale à quelques problèmes techniques qui se présentent dans : la précipitation des fumées et des particules liquides, la fabrication du caoutchouc, le tannage, la laiterie, la préparation du graphite colloïdal, l'industrie des argiles.

Enfin M. J. F. Norton a terminé l'ouvrage par un chapitre sur les rapports de la chimie colloïdale avec l'épuration des eaux d'égout.

Les deux ouvrages, surtout le second, renferment d'assez nombreux renvois aux mémoires originaux. Tous ceux que la question des colloïdes intéresse les consulteront avec profit. Mais pourquoi se fait-il que nous n'ayons aucun ouvrage français sur ce sujet ? Son importance actuelle et future mériterait pourtant de tenter auteur et éditeur.

LOUIS BRUNET.

Robertson (T. Brailsford), *Ph. D., D. Sc., Professor of Biochemistry and Pharmacology in the University of California.* — **The Physical Chemistry of the Proteins.** — *1 vol. in-8° de XV-482 p. (Prix cart. : 25 sh.). Longmans, Green and C°, éditeurs, Londres,* 1918.

Les problèmes soulevés par l'étude des protéines appellent de plus en plus l'intervention de la physico-chimie, parce que les réactions de cette classe de composés et souvent leurs propriétés biologiques sont fonctions non seulement de leur constitution chimique, mais encore de leurs propriétés physiques : les ferments, la coagulation de certaines albumines, l'état colloïdal, etc., etc., en fourniraient la preuve, s'il en était besoin.

L'ouvrage de M. Robertson est divisé en quatre parties : la première est consacrée à l'histoire chimique des matières protéiques, constitution, préparation, détermination quantitative, réactions, combinaisons diverses avec les composés organiques et minéraux. C'est un exposé général des acquisitions qui, depuis une vingtaine d'années, ont transformé nos connaissances, restreintes et incertaines, sur les albumines en un chapitre de la Chimie biologique qui, en dépit de grandes lacunes, est aujourd'hui coordonné et assez bien éclairé sur quelques points.

Dans la seconde partie, l'auteur s'étend longuement sur l'électrochimie des protéines : formation et dissociation des sels, mécanisme de la coagulation, etc.

La troisième partie est consacrée aux propriétés physiques des colloïdes albumineux : propriétés optiques, diffusion, cryoscopie, tension superficielle, magnétisme, pression osmotique, etc.

Enfin, la dernière partie, qui n'est pas la moins intéressante, est une application des données précédentes à l'étude scientifique et précise du mécanisme de l'hydrolyse des polypeptides et des substances protéiques par les diastases, aussi bien que de la synthèse de ces composés par l'action réversible de ces mêmes ferments.

Ce volume n'est pas toujours d'une lecture facile, et il laisse, comme beaucoup de traités de physico-chimie, l'impression, sans doute inexacte, que les résultats acquis, dont personne ne songe d'ailleurs à contester la portée, ne correspondent pas toujours à l'effort développé pour les obtenir.

Ceci ne saurait être une critique de l'ouvrage de Brailsford Robertson, qui est un exposé consciencieux, complet, clair d'un ensemble de questions très importantes et que nul n'a le droit d'ignorer ; car, de plus en plus, elles dominent la science et substituent des lois mathématiques aux notions empiriques d'autrefois.

Le volume, qui est d'ailleurs fort bien imprimé, est complété par un chapitre supplémentaire consacré à la technique des mesures électrochimiques dans la série des protéines. Une bibliographie abondante (sujets et noms d'auteurs) ajoute à l'intérêt de l'ouvrage un élément qu'on ne saurait trop apprécier.

Dr L. HUGOUNENQ,
Professeur de Chimie médicale
à la Faculté de Médecine de Lyon,
Membre correspondant
de l'Académie de Médecine.

3° Sciences naturelles

Moreau (F.). — **Notions de Technique microscopique.** APPLICATION A L'ÉTUDE DES CHAMPIGNONS. — *1 vol. de 59 pages avec 35 fig. Léon Lhomme, éditeur, 3, rue Corneille, Paris,* 1919.

L'étude cytologique des Champignons a fait depuis un quart de siècle des progrès considérables. En France, M. Dangeard, par ses belles découvertes, dans le domaine de la sexualité des champignons notamment, a montré tout l'intérêt des études cytologiques pour l'exploration du domaine de la Biologie. Aussi, nombreux sont les chercheurs qui se sont engagés dans cette voie et il n'est pas douteux qu'un guide ne soit utile et bienvenu.

L'opuscule de M. Moreau est une leçon de technique précise, concise et très pratique. M. Moreau prend pour ainsi dire l'élève par la main et, sans lacunes comme sans digressions, il le conduit au but. Il lui montre comment il doit s'y prendre, non seulement pour l'examen rapide d'une Agaricinée, par exemple, dont on se contentera de reconnaître l'hymenium et les spores, mais encore pour étudier le noyau et ses divisions, le cytoplasma et ses inclusions, les corpuscules métachromatiques et le chondriome.

Pour permettre cette étude approfondie, l'auteur donne à l'étudiant toutes les indications nécessaires et suffisantes sur le microscope et son emploi, les mensurations et le dessin, sur la fixation, la coloration, l'inclusion à la paraffine, la pratique des coupes au microtome en séries, le collage et le séchage des coupes, leur coloration, le montage au baume. Il guide l'observateur dans l'examen de la préparation une fois réalisée, pour l'étude du noyau, des corpuscules métachromatiques, du chondriome.

L'auteur n'a pas voulu rédiger un traité. Il donne non pas les diverses méthodes que l'on peut employer, mais celles qu'il vaut le mieux employer, et il en indique très peu, le plus souvent une seule, la plus éprouvée conduisant au meilleur résultat. L'autorité acquise par l'auteur dans ses travaux de Cytologie appliquée à la Mycologie en fait un guide aussi sûr que possible. Son expérience a déjà fait la sélection dont profite l'élève, c'est là le principal intérêt de son travail. L'étudiant n'a pas à se perdre dans un dédale de théories, de procédés divers dont il n'est pas à même de discerner l'échelle des valeurs. Il arrivera certainement au but dans les meilleures conditions en suivant les indications de M. Moreau. Lorsqu'il aura appris de cette façon à reconnaître les corpuscules métachromatiques, le noyau et ses divers états, le chondriome, sa curiosité éveillée, son intérêt stimulé, le porteront à employer d'autres méthodes, à étendre ses essais et à comparer les résultats obtenus.

L'opuscule de M. F. Moreau servira à franchir la première étape au delà de laquelle on sera à même de jouir de toutes les ressources d'un traité aussi riche que celui de M. Langeron, par exemple, ou de celles qui se trouvent éparses dans les mémoires originaux.

Ce travail est accompagné de 35 figures, représentant non seulement l'outillage à mettre en œuvre, mais encore, à l'aide de dessins empruntés à M. Guilliermond, les résultats que l'on peut obtenir.

En terminant ce bref compte rendu, nous voulons féliciter, non pas M. F. Moreau, qui n'en aurait que faire, mais les mycologues débutants qui trouveront ainsi l'essentiel de leur technique mis au point et exposé de main de maître. Plus favorisés que leurs aînés, ils rencontreront tout fait un travail que ceux-ci ont dû

laborieusement préparer en recherchant dans les mémoires originaux les linéaments de cette technique, en les assemblant au mieux de leur jugement pour les soumettre à l'épreuve de l'expérience.

J. Beauverie,
Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Cabrera (Angel). — **Genera Mammalium. Monotremata. Marsupialia.** — *1 vol. gr. in-8 de 177 pages, avec 19 planches en couleur. Junta para Ampliacion de Estudios é Investigaciones cientificas, 1, Moreto, Madrid*, 1919.

Le *Genera Mammalium* dont M. Angel Cabrera vient de commencer la publication (car il nous faut espérer que cet important fascicule, qui concerne les Monotrèmes et les Marsupiaux, n'est que le premier d'une série où seront successivement passés en revue tous les ordres mammaliens) est conçu sur le type du *Genera Insectorum* de Wytsman, dont les entomologistes apprécient à la fois la concision et la clarté.

Voici brièvement exposé le plan qu'a suivi l'auteur :

Pour chaque ordre (*Monotremata, Marsupialia*) est donnée une clef analytique, d'abord des sous-ordres, quand il y a lieu, ensuite des familles.

A propos de chaque famille, sont successivement indiqués les caractères distinctifs, les modes de vie et de reproduction, la distribution géographique, les formes disparues et la bibliographie. Vient enfin une clef analytique des genres.

Chaque genre est alors pris en particulier avec sa synonymie, l'indication de son espèce type, ses caractères, sa distribution géographique et l'énumération de ses espèces avec leur référence et leur habitat.

Ce rapide aperçu donnera peut-être une idée des grands services qu'est appelé à rendre aux mammalogistes l'ouvrage de M. Angel Cabrera. Il est écrit en un style clair et simple, et, autant que l'on peut en juger déjà (car la valeur d'une œuvre semblable ne peut s'apprécier pleinement qu'à l'usage), sa documentation est sûre et de première main.

Ayant conçu moi-même en même temps que M. Angel Cabrera l'idée d'un ouvrage très comparable au sien et dont deux fascicules sont déjà publiés[1] (*Catalogue raisonné et descriptif des Collections d'Ostéologie du Service d'Anatomie comparée du Museum d'Histoire naturelle*, Paris, Masson, 1919. — Fascicules parus : *Pholidota, Tubulidentata*), ayant par conséquent longuement réfléchi de mon côté aux moyens de surmonter les difficultés très complexes que soulève la réalisation de l'objectif que l'un et l'autre nous poursuivons, je me permettrai de présenter les quelques observations qui vont suivre et qui d'ailleurs ne diminuent en rien les très grands mérites de l'ouvrage du savant naturaliste espagnol.

J'aurais désiré voir l'auteur tenir plus de compte encore qu'il ne l'a fait de l'ensemble des caractères anatomiques. Dans l'état actuel de nos connaissances, lorsque l'on envisage des catégories aussi compréhensives que les familles et les genres, on ne saurait vouloir s'en tenir, en Taxinomie, à la seule considération, précieuse sans doute pour la distinction des espèces au point de vue de la pratique, des caractères dits zoologiques, c'est-à-dire de l'extérieur, du crâne et de la dentition. Ceci ne paraît point discutable si l'on admet qu'une classification doit, en même temps qu'être d'usage commode, rendre compte des affinités.

J'aurais voulu voir aussi l'auteur discuter la valeur des espèces établies et non point se borner à les énumérer simplement.

La difficulté est peut-être insurmontable lorsqu'il s'agit d'Insectes où presque dans chaque genre le nombre des espèces est considérable; elle ne l'est pas à proprement parler en Mammalogie. La connaissance des Monotrèmes et des Marsupiaux dont M. Angel Cabrera fait preuve nous fait vivement regretter qu'il ne se soit pas imposé cette légère tâche supplémentaire. Mais il m'objectera peut-être qu'alors son *genera* n'eût plus été un *genera !*

Enfin, j'aurais préféré voir les nombreuses figures qui sont réunies en 19 planches à la fin de son volume réparties dans son texte. Pour un ouvrage comme le sien, appelé à devenir, comme le *Catalogus* de Trouessart, un *vade-mecum* des mammalogistes, et qui par conséquent doit avant tout viser à être d'un usage pratique, le détail a son intérêt.

Le *Genera Mammalium* est écrit en langue espagnole.

En même temps que l'auteur pour son œuvre éminemment utile, nous devons féliciter la *Junta para Ampliacion de Estudios e Investigaciones cientificas* ainsi que le *Musée national des Sciences naturelles de Madrid* sous les auspices desquels elle a été entreprise.

R. Anthony.

1. Voir la *Revue gén. des Sciences* du 30 avril 1919, p. 232, et du 15 novembre 1919, p. 632.

4° Sciences médicales

Piouffle (H.). — **Les psychoses cocaïniques.** — *1 vol. in-8° de 270 pages avec 5 planches hors texte (Prix : 12 fr.). A. Maloine et fils, éditeurs, Paris*, 1919.

L'auteur s'est placé résolument à un point de vue pratique et clinique, et a écarté de propos délibéré tout ce qui est exposé de recherches de laboratoire. Il présente d'une part une étude sommaire de la question de la coca et de la cocaïne au point de vue historique, botanique et chimique, et d'autre part une description des psychoses auxquelles donne lieu l'intoxication cocaïnique. La substance de cette partie de l'ouvrage est essentiellement constituée par l'analyse de sept observations caractéristiques, qui permettent à l'auteur de faire l'étude des éléments constitutifs essentiels des délires cocaïniques (impulsions, illusions hallucinatoires, rêves; — les chapitres consacrés aux troubles du langage écrit, et aux dessins, sont illustrés d'excellentes reproductions photographiques, qui rendent directement saisissables aux lecteurs les troubles étudiés, leur évolution au cours de l'intoxication, leur guérison sous l'action d'un traitement approprié). — Enfin l'auteur expose une classification personnelle des délires cocaïniques et décrit les différents états psychopatiques qui résultent de l'intoxication aiguë et chronique.

Cet ouvrage, écrit spécialement pour les médecins, leur sera un guide précieux, car il leur facilitera le diagnostic entre les psychoses d'origine cocaïnique et tous les syndromes psychiatriques qui peuvent être confondus avec elles : l'importance de ce diagnostic est grande, car, l'étiologie cocaïnique d'une psychose étant une fois reconnue certaine, un pronostic favorable s'impose.

Dr Henri Laugier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS
Séance du 27 Octobre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Volmat** : *Application de la photographie aérienne aux levés hydrographiques.* La photographie aérienne par hydravions se prête à une détermination rapide et exacte des éléments terrestres des cartes hydrographiques : trait de côte, détails de planimétrie, contour des roches découvrant à basse mer. De plus, les photographies permettent de découvrir des hauts-fonds dangereux pour les navires par l'aspect que présente soit le fond de la mer, soit sa surface. En effet, les fonds sous-marins impressionnent la plaque photographique s'ils sont suffisamment éclairés, ce qui exige que le Soleil soit haut sur l'horizon et la mer calme. D'autre part, par l'effet des courants les hauts-fonds provoquent à la surface de la mer une agitation et des remous caractéristiques, qui se traduisent sur les photographies prises au fort des courants de marée.

2° Sciences physiques. — M. J. **Ubach** : *Observations magnétiques faites à Buenos-Ayres pendant l'éclipse annulaire de Soleil du 3 décembre 1918.* Pendant la durée de l'éclipse, la déclinaison a varié de la façon suivante : dès le commencement, et surtout lorsqu'une partie importante de la surface solaire était déjà occultée, l'aiguille a dévié vers l'Ouest; cette déviation a été en augmentant jusqu'à la phase maxima ou annulaire. A partir de cet instant, l'aiguille est revenue vers l'Est, lentement d'abord, puis plus rapidement lorsque la moitié de la surface du Soleil a été découverte, et plus rapidement encore pour revenir à sa valeur normale vers la fin de l'éclipse. — M. C. E. **Brazier** : *Sur les relations du vent avec le gradient dans les couches basses de l'atmosphère.* M. Angot a montré que le vent au sommet de la tour Eiffel fait avec le vent mesuré à la terrasse du Bureau central météorologique un angle vers la droite. L'auteur a reconnu que cet angle est d'autant plus petit que la température décroît plus rapidement entre le niveau des toits et le niveau de 300 m. En outre, pour une distribution donnée des températures dans la couche de 300 m., la variation de la direction du vent quand on s'élève dans l'atmosphère est fonction de la grandeur du gradient et d'autant plus petite que le gradient est plus fort. — M. L. **Majorana** : *Expériences sur la gravitation.* L'auteur a poursuivi ses recherches sur l'absorption possible de l'attraction newtonienne par les masses qu'elle traverse (voir p. 634). Au moyen d'une balance appropriée, il a constaté une diminution de 0,0009 mgr. sur une masse de 1.274 gr. de plomb lorsque celle-ci est entourée par 104 kgr. de mercure contenus dans un cylindre qui entoure la masse. Cette diminution de 7.10^{-10} de la masse du plomb, quoique bien minime, paraît à l'auteur tout à fait sûre; elle est de l'ordre de grandeur qu'il avait prévu. — M. H. **Muraour** : *Comparaison des températures d'explosion calculées à partir des chaleurs spécifiques et à partir des pressions explosives.* Les températures calculées à partir des chaleurs spécifiques de Mallard et Le Châtelier ou de Sarrau sont nettement supérieures à celles qu'on calcule à partir des pressions Table manométrique jusque vers 1.500°, où elles deviennent égales. De 1.500° à 1.700°, le calcul effectué par l'une ou l'autre des deux méthodes conduit à des températures qui sont certainement au-dessous des températures réelles. Les températures calculées d'après les chaleurs spécifiques de Schreber sont entre 1.300° et 2.700° en accord satisfaisant avec les températures calculées à partir des pressions Table C (table du Laboratoire central de la Marine et du Laboratoire central des Poudres). — M. P. **Chevenard** : *Sur la viscosité des aciers aux températures élevées.* Pour tous les aciers proprement dits, ordinaires ou spéciaux, *les aciers rapides exceptés*, le revenu d'adoucissement, effectué dans les conditions usuelles (exposition d'une durée de quelques heures à 600°-700°, refroidissement moyennement lent), suffit largement à assurer la destruction pratique des tensions internes résultant des traitements thermiques et mécaniques antérieurs. — MM. Ch. **Moureu** et Ad. **Lepape** : *Sur la stabilisation de l'acroléine. Procédé empirique de stabilisation.* Les auteurs ont remarqué que, parmi les impuretés de l'acroléine brute, les unes, si elles sont présentes en quantité suffisante, jouissent du pouvoir d'immuniser l'acroléine contre sa transformation en disacryle insoluble, tandis que les autres, même s'il n'en existe que des traces, provoquent plus ou moins rapidement sa transformation en résine soluble. Pratiquement, la proportion efficace des impuretés stabilisantes et l'élimination des impuretés nuisibles sont obtenues en soumettant à une condensation partielle le mélange global des vapeurs issues de la préparation de l'acroléine, de telle sorte que ces vapeurs entrent ensuite dans l'appareil liquéfacteur (réfrigérant à eau très froide) à une température voisine de 70°. — M. **Chelle** : *Sur la transformation de l'acide cyanhydrique en acide sulfocyanique au cours des putréfactions cadavériques; expériences faites* in vitro. Au cours des phénomènes putréfactifs, HCN et les cyanures alcalins sont détruits ou transformés. Cette transformation, qui commence très vite, est partiellement réversible, c'est-à-dire que son produit est susceptible de régénérer HCN par un traitement approprié (action de l'acide chromique ou des chromates en milieu acide). Le produit de la transformation de HCN est de l'acide sulfocyanique provenant de l'action, sur le premier de ces acides, des éléments sulfhydriques de la putréfaction.

3° Sciences naturelles. — M. L. **Joleaud** : *Sur la tectonique des environs de Tilouanet (Oran).* Les observations de l'auteur sur les sondages effectués à Tilouanet confirment l'existence de phénomènes de charriage dans l'Afrique du Nord et montrent que ceux-ci ont affecté également l'Atlas tellien intérieur, jusqu'au voisinage de la grande plate-forme jurassique de la Meseta de Saïda. Les charriages oranais sont post-helvétiens et anté-tortoniens. — M. E. **Sollaud** : *Influence des conditions de milieu sur les larves du* Palæmonetes varians microgenitor *Boas.* Tous les élevages de ce Palémonide faits au Laboratoire en eau saumâtre ont fourni une proportion très élevée de larves anormales, possédant une armature céphalothoracique réduite par rapport à celle qui existe, aux stades correspondants, chez la grande majorité des individus qui ont évolué en milieu normal. Ces résultats proviennent à la fois de la différence de salinité et d'un ensemble complexe de facteurs difficiles à préciser : différences dans le mode d'alimentation ou dans l'aération de l'eau, absence d'insolation directe dans les récipients d'élevage, etc. — M. J. **Nageotte** : *Ostéogénèse dans les greffes de cartilage mort.* L'auteur a observé, dans des rondelles de cartilage auriculaire de lapin, fixées dans l'alcool et greffées dans l'oreille d'animaux de même espèce, un processus d'ostéogénèse, très analogue à l'ossification enchondrale de l'embryon. Là, comme dans la greffe d'autres tissus morts, le tissu greffé attire les fibroblastes et produit leur métaplasie. — M. A. **Paillot** : *La karyokinétose; faits nouveaux et considérations générales.* L'auteur a observé la karyokinétose (voir p. 569) chez plusieurs autres chenilles avec diverses espèces microbiennes entomophytes. Le produit microbien qui la provoque est caractérisé par sa grande thermostabilité : l'ébullition, même prolongée quelques minutes, l'altère à peine. La karyokinétose doit être considérée

comme une réaction d'immunité. — MM. **A. Marie, C. Levaditi** et **G. Banu** : *Nouveaux essais de transmission du tréponème de la paralysie générale au lapin.* Les auteurs ont pu, comme déjà en 1913, transmettre au lapin le tréponème circulant dans le sang des paralytiques généraux et obtenir ainsi 3 souches de virus neurotrope. Toutefois, ces souches diffèrent de celle qu'ils ont eue entre les mains en 1913 par la localisation des lésions, préputiale et anale avec les virus récents, exclusivement scrotale avec l'ancien virus. En outre, cette fois-ci, ils ont constaté une manifestation palpébrale, de nature métastatique.

Séance du 3 Novembre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Frémont** : *Nouvelle méthode d'essai de fragilité des tubes métalliques.* Cet essai s'effectue par la flexion dynamique de la paroi d'une virole détachée du tube et entaillée perpendiculairement à la fibre fléchie. L'essai de flexion doit être effectué, suivant l'usage auquel est destiné le tube, soit en *long* et l'entaille est alors perpendiculaire aux génératrices du tube, soit *en travers* et l'entaille est alors parallèle aux génératrices. Cette entaille doit être d'autant plus étroite que le tube doit présenter en service une plus grande résistance vive. L'essai de flexion en long s'effectue au choc d'un mouton ou d'un marteau à ressort ; l'essai en travers, par évasement, jusqu'à rupture, sous le choc d'un mouton frappant sur un cône entrant dans le tube. — M. **M. Ringelmann** : *Sur les recherches de résistance à l'usure des pièces de machines agricoles.* Les pièces sont déplacées dans un sol déterminé par un grand manège mû, à la vitesse voulue, par un moteur électrique ; un compteur enregistre le chemin parcouru L, ayant provoqué une usure a pour un genre donné de pièce. Un étalon en métal homogène d'une usure très rapide, ayant les mêmes dimensions que les pièces essayées, indique au manège une usure A pour un parcours bien plus réduit l. Pour obtenir le rapport des usures des pièces dans des sols différents, on fait faire ensuite dans les champs, dont les terres sont de diverses natures, un parcours l' aux pièces étalons qui révèlent une usure A'. Il suffit alors de comparer les usures A' et A avec a et d'en déduire les parcours L' que chaque nature de métal peut supporter dans différentes terres avant que la pièce soit assez usée pour être remise en état à la forge ou jetée au rebut. — MM. **G. Fayet** et **A. Schaumasse** : *Retour de la comète périodique* 1911 VII (*Schaumasse*). Les auteurs ont calculé les perturbations produites par le passage de cette petite comète près de Jupiter et l'époque de son prochain retour au périhélie. Grâce à ces calculs, ils ont retrouvé dans les nuits du 29 et 30 octobre une comète très faible, qui paraît identique à celle de 1911, mais dont le passage au périhélie a été avancé, d'où ils concluent que le moyen mouvement adopté pour 1911 était trop faible de 3".

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** : *Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes.* L'auteur a comparé les fréquences de la bande ou partie la plus intense dans tous les spectres ultra-violets, lumineux et infra-rouges, dus à l'azote et au carbone ; la plupart des spectres sont d'émission ; quelques-uns sont obtenus par phosphorescence et absorption. Cette comparaison a fait ressortir la relation très simple : Les fréquences de la bande maxima sont des multiples d'une même fréquence infrarouge. Il est possible que cette fréquence élémentaire, qui se retrouve plusieurs fois dans les trois éléments, C, N, CN, soit la même pour tous les corps ou un groupe important de corps. L'auteur indique une structure de l'atome qui pourrait rendre compte de ces faits. — M. **G. Bruhat** : *Séparateurs de radiations : application à la spectropolarimétrie.* Le séparateur de radiations se compose en principe d'une fente-source de largeur réglable, d'une lentille collimatrice, d'un système de prismes et d'une lentille-objectif qui, pour une lumière monochromatique, donne de la fente-source une image de largeur d_1. En lumière blanche, ces images forment un spectre, dont une partie passe à travers une fente-diaphragme de largeur d. L'auteur montre que, pour une largeur de bande spectrale donnée, le flux lumineux est maximum pour $d = d_1$. L'auteur a employé cet appareil à l'étude de la dispersion rotatoire au voisinage de bandes d'absorption étroites. Avec les solutions de tartrate neutre d'uranyle, il a vérifié la règle de Natanson et la règle de Bruhat. — MM. **Ledoux-Lebard** et **Dauvillier** : *Sur les constantes fondamentales de la spectrométrie des rayons X.* MM. Bragg, dans leur détermination de la structure de la calcite par les rayons X, sont arrivés, pour la distance réticulaire des plans p du rhomboèdre, à la valeur $3{,}04 \times 10^{-8}$ cm. ; d'autres savants ont donné des valeurs un peu divergentes. Étant donnée l'importance de cette constante, les auteurs en ont repris le calcul en se servant des données de Compton et Uhler, de Siegbahn et de Uhler et Cooksey, et ils arrivent aux nombres concordants 3,0348 et $3{,}0346 \times 10^{-8}$ cm. — M. **P. Loisel** : *Sur la radioactivité de l'eau de la grande source de Bagnoles de l'Orne et ses variations.* La radio-activité des gaz de cette source a été trouvée égale : en 1904 à 0,0113 microcurie par litre, en 1907 à 0,0024 microcurie. L'auteur a constaté que la quantité de radium dissoute par litre d'eau est en moyenne de 68×10^{-12} gr., avec des variations allant du simple au quintuple ; la quantité d'émanation en dissolution varie de 2 à 15 dix-milli-microcuries. — MM. **J. Guyot** et **L. Simon** : *Action de l'anhydride sulfureux et de l'oléum sur l'alcool méthylique. Préparation du sulfate diméthylique.* L'action de l'oléum à 60 % sur l'alcool méthylique pur en proportion calculée conduit à la formation du sulfate diméthylique avec un rendement supérieur à 90 %. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** : *Sur la réduction catalytique des éthers acétiques halogénés.* Les auteurs ont vérifié que leur procédé de réduction directe sur le nickel en système gazeux peut être appliqué à des molécules dont le groupe fonctionnel est stable vis-à-vis de l'hydrogénation. Il en est ainsi pour les éthers acétiques halogénés. Avec le monochloracétate d'éthyle, on obtient de l'acétate d'éthyle et HCl et de petites quantités d'aldéhyde et d'éthylène provenant d'une action exercée sur l'acétate d'éthyle lui-même. Avec le di- et le tri-chloracétate d'éthyle, on obtient de même l'acétate d'éthyle, mélangé d'un peu de produits mono- et dichlorés. — M. **E. Léger** : *La δ-cinchonine et ses isomères ; ses relations avec la niquine.* L'auteur montre que la δ-cinchonine de Jungfleisch et Léger doit être considérée comme un mélange de deux bases, qu'il nomme α- et β-cinchonhydrine, F. 144°,4 et F. 155°,8. En chauffant pendant 24 heures à reflux l'α-cinchonhydrine avec SO^4H^2 à 50 %, on la transforme en un nouvel isomère, la γ-cinchonhydrine, amorphe. Il est probable que la niquine se forme aux dépens de la quinine par le même processus que les α- et β-cinchonhydrines aux dépens de la cinchonine.

3° Sciences naturelles. — MM **P. Termier** et **G. Friedel** : *Sur la structure du bassin houiller du Gard.* Les observations des auteurs sur les rapports du faisceau de Sainte-Barbe avec les faisceaux de la Grande-Combe et du Pradel, sur la région de la Cèze et de l'Auzonnet, et sur la région de Laval et du Mas-Dieu, montrent, pour toute la partie du bassin du Gard qui est au nord du parallèle de Laval, une allure tectonique unique conforme dans son ensemble à la conception géniale de Marcel Bertrand d'un grand charriage ayant produit le recouvrement d'un système plus jeune par un système plus ancien. — M. **J. de Lapparent** : *Sur les roches à Radiolaires des terrains dévoniens de la vallée de la Bruche (Alsace).* L'auteur a fait l'étude micrographique détaillée des phtanites de la vallée de la Bruche et a reconnu que ce sont des roches à Radiolaires. Dans une masse de calcédoine, ces organismes sont distribués en traînées parallèles à la stratification des bancs. Dans un grand nombre de cas, ils sont transformés en une chlorite de très faible biréfringence ; dans d'autres, ils sont remplacés par du mica blanc associé à du quartz. Les roches noires des conglomérats voisins sont encore des

roches à Radiolaires, mais dans lesquelles le squelette de ces organismes est complètement transformé en sillimanite.— MM. **P. Mazé, Vila** et **Lemoigne** : *Action de la cyanamide et de la dicyanodiamide sur le développement du maïs.* Les résultats obtenus par les auteurs mettent bien en lumière les propriétés physiologiques de la cyanamide et de la dicyanodiamide. Ni l'une ni l'autre ne sont des aliments azotés de la plante. La toxicité de la première, qui tue la plantule en 48 h., explique bien les mécomptes enregistrés par les praticiens; l'inertie de la seconde, qui ne se transforme pas en urée, est une cause d'abaissement de rendement comparativement à l'azote ammoniacal lorsque l'engrais commercial en contient des quantités sensibles. — M. **J. Pellegrin**: *Sur la faune ichtyologique des eaux douces du Maroc.* L'auteur donne la récapitulation des espèces de Poissons, au nombre de 24, rencontrées jusqu'ici dans les eaux fluviales du Maroc. Parmi les types exclusivement dulcaquicoles, il faut signaler une série de Cyprinides, la plupart appartenant au genre Barbeau et spéciaux au Maroc. Ceux-ci se divisent en deux groupes distincts, l'un à caractères nettement africains; l'autre à caractères européens, qui coexistent dans les mêmes eaux. — M. **J. Legendre** : *Régime alimentaire de l'*Eleotris Legendre *Pellegrin.* Le régime alimentaire de l'*Eleotris* à Madagascar est strictement carné. En hiver, il est le plus vorace et se nourrit presque exclusivement d'alevins de son espèce. En d'autres saisons, il compose ses repas de petites crevettes et surtout d'insectes divers: chironomes, culicides, notonectes et éphémères. — M. **V. Galippe** : *Des microorganismes vivant dans le papier; leur résistance à l'action de la chaleur et à celle du temps.* L'auteur a constaté l'existence de bacilles ovoïdes réunis en amas dans le papier filtre stérilisé à l'autoclave à 120°. Les mêmes organismes se retrouvent dans des papiers du XVIIIe et du XVe siècle, des manuscrits chinois et des papyrus égyptiens. Après 3 heures d'hydratation, ces microorganismes intra-cellulaires se montrèrent doués de mouvements. — M. **F. d'Hérelle** : *Sur une épizootie de typhose aviaire.* Une grave épizootie sévit actuellement en France sur les Gallinacés. Sur 67 échantillons de sang de poules ayant succombé, l'auteur a isolé 56 fois le *B. sanguinarum* Moore. Il s'agit donc, au moins dans la grande majorité des cas, de la typhose aviaire, maladie dont l'existence n'avait pas encore été signalée en France et qui a été étudiée surtout aux Etats-Unis. Elle semble avoir débuté en 1916 et le foyer le plus ancien paraît être celui d'Arcis-sur-Aube. Il est impossible de dire si la maladie existait auparavant sous une forme bénigne ou si elle a été importée des Etats-Unis par les chevaux ayant séjourné avant leur départ dans des écuries contaminées.

Séance du 10 Novembre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Véronnet** : *Temps et température de formation d'un astre.* L'auteur, appliquant au Soleil les résultats généraux obtenus pour le temps et la température de formation d'un astre, arrive aux conclusions suivantes : Il semble que le Soleil primitif n'a pas pu dépasser une température triple de sa température actuelle, ni son rayon une valeur double. Même dans ce cas, le temps de formation aurait dû être inférieur à 1 million d'années. Les conditions physiques n'ont jamais été très différentes des conditions actuelles.

2° Sciences physiques. — M. **P. Garrigou-Lagrange** : *La cinématographie des mouvements atmosphériques et la prévision du temps.* L'auteur montre que la cinématographie des mouvements atmosphériques, jointe à la connaissance des conditions de la circulation générale, permet de définir à l'avance les traits principaux des périodes de refroidissement et de réchauffement, comme celles que nous venons de traverser, d'en déterminer l'importance et la durée et d'en préciser le caractère essentiellement transitoire. — M. **C.-E. Brazier** : *Sur les rapports du vent avec le gradient dans les couches basses de l'atmosphère.* L'auteur a constaté : 1° que même à 300 m. au-dessus du sol la vitesse du vent n'est pas directement proportionnelle au gradient; 2° que la loi suivant laquelle la vitesse du vent varie, à distribution verticale des températures constante, en fonction de la vitesse théorique peut être représentée à la terrasse du Bureau central météorologique par une formule logarithmique telle que : $\log V = \log a + b \log V_G$, dans laquelle V représente la vitesse mesurée, V_G la vitesse théorique, a et b étant des nombres inférieurs à l'unité, mais tendant à s'en rapprocher à mesure que le décroissement de la température devient plus accentué. — M. **A. Blondel** : *Sur une solution de la photométrie hétérochrome permettant une mesure physique de l'intensité lumineuse.* L'auteur décrit une méthode spectrophotométrique qui permet d'obtenir facilement la mesure de l'intensité visible d'une source lumineuse au moyen d'un bolomètre ou d'un thermo-élément, ce qui exige une énergie lumineuse notable. Pour obtenir cette énergie, il utilise le spectroscope à la manière inverse, c'est-à-dire qu'il place sur la glace dépolie de celui-ci un diaphragme découpé suivant les courbes des coefficients de visibilité des radiations; si l'on éclaire le verre dépoli par la source à étudier et qu'on place devant la fente un bolomètre ou un thermo-élément, cet appareil recevra des radiations provenant de toute la surface du verre dépoli, et chacune d'elles sera affaiblie précisément suivant la sensibilité de la couleur qu'elle produit. — M. **Girousse** : *Sur un calcul du courant lancé dans le sol par les rails des tramways électriques.* 1° Dans le cas d'une voie reliée à l'usine par une de ses extrémités, la densité du courant de perte, prise en valeur absolue, atteint à chaque instant son maximum absolu à cette extrémité; elle présente ensuite un maximum secondaire au point occupé par le tramway. 2° Dans le cas d'une voie reliée à un nombre quelconque de feeders régulièrement espacés ou équipotentialisés, la plus grande densité du courant de perte se produit aux points d'attache des feeders de retour; une autre série de maximums secondaires se rencontre au milieu des intervalles qui les séparent et aux extrémités de la voie, mais leur grandeur n'atteint que la moitié des maximums principaux. Les points neutres se trouvent aux 3/7 des intervalles des maximums successifs, comptés à partir des points d'attache des feeders. — M. **H. Colin** et Mlle **A. Chaudun** : *Sur l'inversion diastasique du saccharose : influence des produits de la réaction sur la vitesse d'hydrolyse.* Il faut attribuer à l'augmentation de la viscosité le retard apporté à l'inversion diastasique du saccharose par la présence du sucre interverti, du glucose et du lévulose; les produits de la réaction n'agissent donc pas autrement que ne le ferait un corps neutre quelconque, la glycérine par exemple. — MM. **A. Goris** et **Ch. Vischniac** : *Caractères et composition du primevérose.* Les auteurs ont isolé de la Primevère officinale deux glucosides, la primevérine et la primulavérine, donnant tous deux par dédoublement le même biose, le primevérose. Celui-ci cristallise anhydre et fond à 209°-210°. Il possède la multirotation; son pouvoir rotatoire initial est de +22°,7, son pouvoir rotatoire fixe de —3°,43. Son poids moléculaire lui assigne la formule $C^{11}H^{20}O^{10}$. Il donne la réaction des pentoses. L'hydrolyse par l'acide sulfurique à 2 % le dédouble en glucose et xylose. — M. **G. Tanret** : *Sur la miellée du peuplier.* L'auteur a fait l'analyse de l'enduit sucré qu'on observe parfois, dans les étés chauds, sur la face supérieure des feuilles de Peuplier noir. Il est composé en majeure partie de mélézitose, de glucose et de lévulose. Le phénomène de la miellée paraît dû à l'excrétion des pucerons qui vivent fixés sur les feuilles. — M. **L. Chelle** : *Recherche de l'acide cyanhydrique dans un cas d'empoisonnement. Sa transformation post mortem en acide sulfocyanique.* L'auteur a vérifié que, dans un cas d'empoisonnement par un cyanure, l'acide cyanhydrique s'est transformé en acide sulfocyanique au cours de la putréfaction cadavérique, comme il l'avait déjà démontré *in vitro* pour le sang. Par action d'un oxydant approprié, on

peut régénérer l'acide cyanhydrique. Les experts ont donc maintenant la possibilité, à la suite d'un examen tardif d'un empoisonnement par l'acide prussique, de conclure à la réalité de cet empoisonnement.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Douvillé** : *A propos de la protogine du Mont-Blanc.* Les recherches de l'auteur l'ont amené aux conclusions suivantes : 1° Les gneiss de la série ancienne représentent les plus anciens sédiments de l'écorce terrestre. 2° Les granits résultent de la fusion des gneiss, par suite de leur enfoncement dans les synclinaux (Termier). 3° Quand cette fusion atteint les gneiss granulitiques et les micaschistes, le granite se charge d'éléments granulitiques et passe à la protogine. 4° La chaîne des Aiguilles Rouges était formée et a été arasée à la fin des temps paléozoïques. 5° La chaîne du Mont-Blanc n'a pris son relief actuel qu'à l'époque des grands mouvements alpins ; à cette époque, elle a été plissée et déversée vers l'Ouest, et en même temps déplacée et charriée dans cette direction. — M. **J. Barthoux** : *Relations des éruptions volcaniques avec les transgressions marines en Egypte.* En considérant les mouvements positifs du rivage et l'âge des épanchements volcaniques en Egypte, on s'aperçoit qu'il existe, entre les deux phénomènes, une relation étroite, indépendante de tout autre mouvement orogénique :

Andésites des brèches vertes	Trangression
» postérieures aux schistes	?
Basalte du Sinaï	Transgression Jurassique -Cénomanien
Coulées du Ouadi-Natasch	» Cénomanien-Sénonien
Régression éocène	
Basaltes méditérranéens	Transgression vindobonienne

— M. **A. Briquet** : *Sur l'âge des cordons littoraux anciens des Bas-Champs de Picardie.* L'auteur a reconnu que les amas de galets de Conchil-le-Temple (et les autres amas des Bas-Champs qui se trouvent en des conditions d'altitude analogues) sont contemporains des terrasses d'alluvions fluviatiles pléistocènes formées dans les vallées voisines pendant la période de creusement. Par leur altitude relativement faible, ils doivent être rapprochés de la terrasse de Menchecourt (vallée de la Somme) ou peut-être d'une terrasse moins élevée encore. — M. **Ph. Glangeaud** : *Le plateau de Millevaches : ses cycles d'érosion, ses anciens glaciers et ses tourbières.* Le plateau de Millevaches (à l'ouest du Massif Central) a surtout acquis son modelé actuel (en dehors des mouvements tectoniques) par l'effet de l'érosion pluviale (ruissellement) et torrentielle (3 cycles), des glaciers, et enfin par l'établissement de multiples tourbières sur une grande partie de son territoire. — M. **J. de Lapparent** : *Des conglomérats de la vallée de la Bruche et du caractère des brèches d'origine sédimentaire.* Les conglomérats de la vallée de la Bruche sont formés d'une roche consolidée au large (phtanite à Radiolaires), remaniée dans la matière d'un sédiment littoral ou formé non loin du littoral (grès grossier). Quelle que soit l'idée qu'on puisse se faire de la cause du phénomène qui a produit les brèches sédimentaires, il faut admettre qu'elles doivent leur origine à un mouvement de la mer agissant, soit positivement en entraînant vers le rivage les sédiments déjà consolidés du large et les mélangeant à la matière des dépôts littoraux, soit négativement en entraînant ces derniers vers le large et fragmentant du même coup les sédiments marins. — M. **L. Cuénot** : *La coaptation des fémurs antérieurs et de la tête chez les Phasmes.* Chez un très grand nombre de Phasmides, les fémurs antérieurs présentent dans leur région proximale une partie amincie et courbée, la concavité étant du côté de la tête; dans la pose de repos diurne, lorsque les pattes antérieures s'étendent en avant et s'accolent dans le prolongement du corps, en formant à elles deux une mince gouttière rigide dans laquelle se logent les antennes rapprochées, les courbures fémorales moulent exactement la tête, en dessous des yeux, en laissant ceux-ci à découvert. On a donné diverses interprétations de ce dispositif. L'auteur montre qu'il est probablement dû à un accident mécanique fortuit, indépendant de toute question d'utilité ou d'usage : à la fin de l'éclosion, la tête, en-dessous des yeux, est coincée entre les fémurs antérieurs, qui paraissent s'appliquer très fortement sur elle ; il est probable que c'est à ce moment que se fait le moulage des fémurs, alors extrêmement mous, sur la tête plus résistante. L'animal tire ensuite parti de ce dispositif coaptatif, mais c'est lui qui a déterminé l'attitude et non l'attitude qui a provoqué l'apparition du dispositif. — MM. **G. Bertrand, Brocq-Rousseu** et **Dassonville** : *Destruction du charançon par la chloropicrine.* Le charançon attaque les grains de blé, de maïs, de riz, dont il fait disparaître presque toute la partie farineuse. Introduit dans un entrepôt de grains, il commet rapidement de graves dégâts. Les auteurs ont constaté qu'on peut s'en débarrasser complètement par l'emploi de la chloropicrine. En en versant 20 à 25 gr. sur chacun des sacs couchés sur le sol d'un local clos, une vingtaine d'heures suffisent pour assurer la mort de tous les charançons, qui sortent presque tous des grains ; ils peuvent être ainsi facilement éliminés à l'aide d'un tarare, et le grain donné en nourriture aux animaux. — M. **J. Nageotte** : *Formation de fibres conjonctives en milieu clos non vivant, aux dépens de protoplasma mort.* L'auteur a constaté que, dans les greffes de cartilage mort, le protoplasma mort se transforme en fibres collagènes dans une zone de diffusion très étroite, au voisinage d'une masse importante de substance collagène, et cela, semble-t-il, sous l'influence d'une substance peu diffusible émanée de cette dernière. — M. **J. Amar** : *Mécanisme de la toux dans les maladies respiratoires.* La toux est un trouble de l'acte respiratoire caractérisé par un rapide accroissement de la pression pulmonaire et par des ondulations, simples ou multiples, du plateau qui figure l'expiration. Ces ondes aériennes successives résultent de la vive impulsion de l'air sous l'effort de contraction des muscles expirateurs, recevant eux-mêmes une irritation due à une cause pathologique. La contraction soudaine des muscles fait vibrer toute la masse fluide, la projette contre les cordes vocales plus tendues, et produit un son caractéristique.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Octobre 1919

MM. **C. Sigalas, E. Doumer** et **P. Guiart** sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Physique et Chimie médicales et Pharmacie.

M. **A. Calmette** : *Réponse à une demande de renseignements concernant la diminution de natalité, la morbidité et la mortalité des enfants français des régions occupées par l'ennemi pendant la guerre.* Il n'est pas possible de donner des statistiques précises par suite de la destruction des registres de l'état civil. On peut toutefois présenter les chiffres suivants : A Lille, le chiffre des naissances a été : en 1913, de 4.885 ; en 1914, de 4.541 ; en 1915, de 2.154 ; en 1916, de 644 ; en 1917, de 602 ; en 1918, de 609, soit un déficit de 15.000 naissances pour une population de 200.000 âmes. Sur 18.036 enfants que comptaient, lors de l'armistice, les écoles publiques et privées de Lille, un peu plus de 8.000 ont dû être hospitalisés ou envoyés dans des colonies de convalescence. Dans l'ensemble des groupes scolaires, à la fin de l'occupation, 60 o/o des enfants avaient subi un arrêt marqué de croissance et 40 o/o environ présentaient des signes manifestes de tuberculose ganglionnaire ou ganglio-pulmonaire. — MM. **C. Sieur et R. Mercier** : *Le tétanos chez les blessés de guerre en 1918.* Dans un groupe d'armées ayant fourni 150.000 blessés, on a noté : 1° chez les blessés hospitalisés dans la zone d'armée (rapidement récupérables, ou intransportables), 0,06 pour 1.000 de tétaniques ; 2° chez les blessés hospitalisés dans la zone des étapes (blessés moyens), 0,19 pour 1.000 de tétaniques ; 3° chez les blessés

hospitalisés dans la zone de l'intérieur, 0,30 pour 1.000 de tétaniques. Ces résultats, qui offrent un contraste frappant avec les nombreux cas du début de la guerre, sont dus à une injection plus précoce et plus systématique du sérum antitétanique, à l'évacuation plus rapide des blessés et à l'amélioration des techniques chirurgicales.

Séance du 28 Octobre 1919

M. le Président annonce le décès de **M. R. Wurtz**, membre de l'Académie.

MM. **A. d'Arsonval** et **F. Bordas** : *Technique de la conservation du vaccin.* Les auteurs rappellent qu'ils ont montré dès 1906 qu'il est possible de dessécher sans altération, par distillation et dessiccation dans le vide, des matières albuminoïdes telles que les sérums et les vaccins, et de conserver pendant très longtemps ces extraits desséchés à la condition de les maintenir enfermés dans des tubes de verre scellés sous le vide de Hittorf. Cette technique a été appliquée depuis avec succès à la conservation de la pulpe vaccinale. On peut encore augmenter la sécurité du transport des tubes scellés contenant la poudre vaccinale en les isolant du milieu extérieur; dans ces conditions, les transports de poudre vaccinale dans les régions torrides où la température au soleil dépasse 55° n'offrent plus aucun inconvénient et la poudre y conserve son activité pendant plusieurs années.

Séance du 4 Novembre 1919

M. **H. Vaquez** est élu membre titulaire dans la Section de Thérapeutique et d'Histoire naturelle médicale. — MM. **Banti** (de Florence), **van Ermengem** (de Gand) et **Pawinski** (de Varsovie) sont élus correspondants étrangers dans la Division de Médecine.

M. **G. Bosc** : *Un progrès social. Un moyen simple de diminuer la mortalité infantile et les abandons de nouveau-nés.* La crèche de l'hôpital de Tours a eu, depuis sa fondation en 1902 jusqu'à la fin de 1906, pour principale clientèle les nouveau-nés abandonnés; la mortalité, de tout temps très élevée, y a dépassé 50 % en 1916. A cette date un arrêté prescrivit que toute femme sortant de la Maternité devait être hospitalisée dans une des grandes salles de la crèche, transformée en dortoir commun; ces femmes sont reçues à la seule condition d'allaiter leur enfant, en principe pour une période de 3 mois; elles sont logées et nourries et touchent 1 fr. 25 par jour. Depuis cette organisation, 271 femmes, dont 239 filles-mères, ont passé par ce service. La mortalité des enfants est tombée de 50 à 2,7 %. Sur les 271 enfants, il y a eu encore 51 abandons, provenant de femmes qui n'ont passé que quelques jours à la crèche; mais, fait capital, de toutes les femmes qui y ont séjourné plus de 10 jours — qui ont vu leur bébé grandir et leur faire leur premier sourire — aucune, depuis bientôt trois ans, n'a abandonné son enfant, même celles qui, en entrant, en avaient manifesté l'intention. Une pareille mesure mériterait d'être appliquée à toutes les maternités.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Octobre 1919

MM. **B. G. Duhamel** et **R. Thieulin** : *Sur la toxicité de l'or colloïdal.* Les auteurs, en expérimentant sur l'animal, ont pu introduire dans les veines des quantités considérables d'or colloïdal électrique sans avoir à noter aucun phénomène alarmant ou simplement anormal. Des lapins de 2.000 gr. environ ont ainsi pu recevoir plusieurs injections de 50 cm³ chaque. L'examen des organes, après sacrifice des animaux, n'a montré aucune lésion appréciable. — M. **P. Remlinger** : *Mort subite du lapin au cours d'inoculations sous-cutanées de substance nerveuse homologue.* Cette mort ne semble pas être un accident anaphylactique, car elle se produit quel que soit l'intervalle entre les injections et ne s'observe pas si la dernière injection est intra-cérébrale, non plus que dans les combinaisons lapin-cobaye, cobaye-cobaye, cobaye-lapin. — M. **André-Thomas** : *Les plaques d'aréflexie pilomotrice dans les blessures de la queue de cheval et de la moelle.* Le projectile, en traversant le corps, rencontre des filets nerveux qu'il sectionne, d'où l'apparition de plaques d'aréflexie pilomotrice correspondant au territoire du filet nerveux interrompu. On peut en conclure que, dans les affections susceptibles d'irriter ou de détruire, on peut observer des plaques d'aréflexie pilomotrice. — M. **H. Chabanier** : *Glycémie et acétonurie.* Il existe, chez le sujet sain comme chez le diabétique, un taux de la glycémie ou *glycémie critique*, pour lequel le métabolisme des hydrates de carbone cesse d'être normal, ce qui se traduit par le déclanchement brusque d'une acétonurie intense. La glycémie critique étant différente chez le sujet sain et chez le diabétique, et d'autant plus élevée que le diabète est plus accentué, il est indiqué de proposer la recherche de la glycémie critique comme un critère du diabète et de l'intensité de ce dernier. — M. **J. Lignières** : *Recherche des qualités du lait par la culture de microbes appropriés.* La *Pasteurella* aviaire pousse abondamment dans le lait sans changer l'aspect du milieu; un coli ou un streptocoque coagule le lait avec une réaction acide; un paratyphique se cultive en changeant l'aspect du milieu et en lui donnant une réaction fortement alcaline. L'absence ou le retard de ces réactions culturales donne des indications sur les qualités normales du lait. — M. **J. Cantacuzène** : *Anticorps normaux et expérimentaux chez quelques Invertébrés marins.* Le sang du *Bernardus*, du *Maia* agglutine normalement les globules rouges de mammifères; cette propriété s'accroît chez les individus qui ont reçu plusieurs injections d'hématies. L'inoculation de globules rouges de mouton chez le *Bernardus* fait apparaître dans son sang une substance capable de réactiver un système leucocytaire sensibilisé. On n'observe rien de pareil chez le *Maia* immunisé contre les globules de mouton. — M. **R. Turro** : *Vaccination contre le virus charbonneux avec des substances non spécifiques.* 1° Les œufs de poule battus accusent en présence de l'ammoniaque des diastases bactériolytiques manifestes vis-à-vis du *B. anthracis*. 2° La simple addition de cette substance dans l'organisme des lapins n'empêche ni ne retarde l'explosion de la bactériémie; elle la favorise au contraire. 3° Les lapins solidement immunisés avec cette substance non spécifique sont réfractaires à l'inoculation du virus charbonneux. 4° Le sérum des animaux ainsi immunisés jouit de propriétés bactériolytiques vis-à-vis du *B. anthracis* très supérieures à celles du sérum normal. — M. **Ed. Retterer** : *Evolution des greffes testiculaires du bélier.* Le testicule greffé évolue comme chez le bouc (voir p. 636) : le tissu épithélial se transforme en tissu réticulé et ne fonctionne plus que dans le sens endocrine.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Juillet 1919

MM. **H. Abraham** et **Eug. Bloch** : *Sur la mesure en valeur absolue des périodes des oscillations électriques de haute fréquence. Les longueurs d'onde étalon de la T.S.F.* I. La détermination précise des longueurs d'onde des oscillations électriques de haute fréquence utilisées en télégraphie sans fil a une grande importance pratique. Elle intervient en particulier dans l'étalonnage des ondemètres ou contrôleurs d'ondes, et dans toutes les mesures de haute fréquence. On l'a fait reposer jusqu'ici sur l'emploi de selfs et de capacités étalonnées, associées de manière à constituer un circuit oscillant de longueur d'onde connue. Mais il paraît difficile de dépasser ainsi la précision de 1 ‰. La méthode que les auteurs proposent, et qui paraît préférable, consiste à déterminer directement en valeur absolue *la période* de l'oscillation par comparaison avec celle d'un diapason étalonné. La longueur d'onde se calcule ensuite en multipliant la période par la valeur connue de la vitesse de propagation des ondes. Cette méthode a été étudiée

pendant les années 1916 et 1917 pour les besoins de la Radiotélégraphie militaire. 2. Les opérations à réaliser sont les suivantes : A. On étalonne un diapason à 1.000 périodes par seconde par comparaison avec une horloge garde-temps, de manière à avoir la valeur exacte en secondes de la période du diapason. B. On constitue une source d'oscillations électriques entretenues, dont la fréquence fondamentale puisse être rendue égale à celle du diapason, et l'on règle exactement l'égalité des fréquences. C. Cette source doit être choisie de manière à posséder un nombre suffisant d'harmoniques, au moins quelques dizaines. Les harmoniques d'ordre élevé correspondront à des fréquences d'oscillations électriques usuelles : ainsi le 50e harmonique d'un oscillateur de fréquence fondamentale 1.000 aura la fréquence 50.000, c'est-à-dire une longueur d'onde voisine de de 6.000 m. C'est une longueur d'onde de télégraphie sans fil. D. Il faut enfin comparer la fréquence ou la longueur d'onde d'un harmonique d'ordre connu avec celle des oscillations de haute fréquence que l'on se propose de mesurer. 3. Les auteurs donnent quelques indications sur les dispositifs utilisés et sur les résultats obtenus. A. L'étalonnage des diapasons au moyen d'une horloge battant la seconde a été fait par une méthode photographique et par une méthode stroboscopique. Quelques détails sont donnés sur ces méthodes qui fournissent sans difficulté des résultats exacts à un dix-millième près [1]. B. La réalisation d'oscillations électriques entretenues de fréquence fixe et réglable n'offre pas non plus de difficulté, grâce à l'emploi des lampes à deux électrodes auxiliaires (audions). Les oscillateurs connus sous le nom d'hétérodynes fournissent une des solutions du problème. Le réglage à l'unisson de la fréquence fondamentale de l'oscillateur et de celle du diapason peut être fait avec une précision du dix-millième, en utilisant la méthode des battements. C. Les hétérodynes ordinaires possèdent quelques harmoniques. On pourrait donc s'en contenter à la rigueur en procédant par échelons avec plusieurs hétérodynes, dont chacune aurait une fréquence fondamentale accordée sur la fréquence de l'harmonique 3 ou 4 de la précédente. Il est plus sûr et plus precis de constituer un oscillateur électrique très riche en harmoniques, qui permette de passer sans intermédiaire d'une fréquence musicale aux fréquences de sans fil. C'est après avoir, au cours d'autres essais, réalisé un oscillateur de ce genre, que les auteurs ont été amenés à en faire l'application qui fait l'objet de la présente communication. Ils ont donné à cet oscillateur le nom de *multivibrateur*. Il fournit, en effet, en plus de l'onde fondamentale, tous les harmoniques jusqu'à des rangs très élevés (200 ou 300). L'appareil consiste en un groupe de deux lampes L_1 et L_2 (fig. 1), convenablement couplées par capacités C_1 et C_2 et par résistances R_1 et R_2, r_1 et r_2, et sa fréquence fondamentale se règle par la variation des capacités. La propriété qu'il possède d'être extraordinairement riche en harmoniques est due à ce que le circuit oscillant est parcouru par des décharges alternatives très brusques, dont la durée est extrêmement courte par rapport à l'intervalle de temps qui les sépare. D. Enfin la comparaison de la période d'un harmonique d'ordre connu (50 ou 100 par exemple) avec la période du circuit à étalonner se fait par résonance

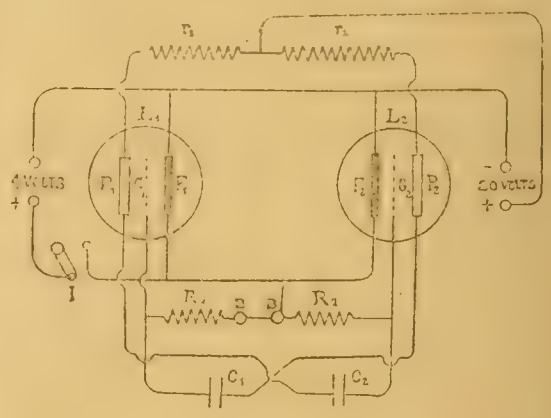


Fig. 1.

électrique. Le circuit du multivibrateur est couplé très faiblement avec le circuit étudié, et l'on établit la résonance par réglage de ce dernier circuit. Pour constater la résonance, le circuit étudié est lui-même couplé très faiblement avec un amplificateur-détecteur, qui permet de vérifier la résonance au téléphone. On opère comme dans une réception ordinaire de télégraphie sans fil en ondes entretenues. Aussi est-il commode et précis d'utiliser, comme en T.S.F., une hétérodyne auxiliaire, qui permet de choisir un son de battements et fournit des résonances d'une extrême finesse. L'opération de mise en résonance peut se réaliser à moins de $\frac{1}{1.000}$ près de la longueur d'onde à étalonner. En résumé, en utilisant un multivibrateur riche en harmoniques, dont la fréquence fondamentale est comparée directement à celle du diapason et, par lui, à la seconde fondamentale, et en combinant son emploi avec une méthode de résonance électrique, qui permet de comparer les harmoniques du multivibrateur aux oscillations propres d'un circuit de haute fréquence, *on détermine directement en valeur absolue la période du circuit oscillant*. La précision globale atteinte dans l'ensemble des opérations est au moins du millième. Ce procédé de comparaison directe de l'unité de temps (la seconde) aux périodes d'oscillations des circuits électriques, qui peuvent se trouver un million de fois plus courtes, pourrait être rapproché du procédé employé par Michelson pour comparer directement l'unité de longueur (le mètre) aux longueurs d'ondes lumineuses.

1. M. Bull a bien voulu contrôler les résultats à l'Institut Marey par une méthode photographique tout à fait directe ; l'accord s'est maintenu au dix-millième près.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans ses dernières séances, l'Académie a procédé à l'élection de deux Associés étrangers, en remplacement de MM. Dedekind et Metchnikoff, décédés.

Son choix s'est porté sur Sir J. J. Thomson, le représentant le plus éminent de la Physique britannique à l'heure actuelle, et sur M. Ch. D. Walcott, le secrétaire de la grande Institution smithsonienne et l'un des premiers géologues et paléontologistes des Etats-Unis.

Les Médailles de la Société Royale de Londres. — Ces distinctions, si estimées dans le monde savant, ont été décernées comme suit, à la séance anniversaire de la Société qui s'est tenue le 30 novembre : les Médailles royales au Prof. J. B. Farmer pour son œuvre en cytologie végétale et animale et à M. J. H. Jeans pour ses recherches de Mathématiques appliquées ; la Médaille Copley au Prof. W. M. Bayliss pour ses contributions à la Physiologie générale et à la Biochimie; la Médaille Davy au Prof. P. F. Frankland pour son œuvre chimique, en particulier dans le domaine de l'activité optique et de la fermentation; la Médaille Sylvester au Major P. A. Mac Mahon pour ses recherches de Mathématiques pures, spécialement en Théorie des nombres et en Analyse ; et la Médaille Hughes à M. C. Chree pour l'ensemble de ses travaux sur le magnétisme terrestre.

Les prix Nobel. — Les Prix Nobel de Physique pour 1918 et 1919 ont été décernés au Prof. Max Planck, de Berlin, l'auteur de la célèbre théorie des quanta, et au Prof. H. Stark, de Greifswald, qui a découvert l'analogue électrique de l'effet Zeeman.

Le Prix Nobel de Chimie a été attribué au Prof. F. Haber, de Berlin, connu surtout par ses travaux sur la synthèse industrielle de l'ammoniaque, et, malheureusement, pour avoir été l'âme de la « guerre des gaz » au G. Q. G. allemand. On ne saurait donc s'étonner que ce dernier choix de la Commission suédoise, en particulier, soit loin de rencontrer une approbation unanime, même en dehors des pays de l'Entente.

§ 2. — Astronomie

Le principe de relativité généralisé et l'Eclipse de Soleil du 29 mai 1919. — L'idée que nous ne pouvons observer que des phénomènes relatifs n'est pas neuve et depuis Platon bien des philosophes y sont revenus. Cette idée très vague, la Mécanique classique de Galilée la précise en affirmant qu'un mouvement uniforme n'engendre pas de forces à l'intérieur d'un système entraîné. Les habitants d'un tel système ne peuvent donc juger de leur mouvement qu'en portant leurs regards à l'extérieur.

Mais ceci ne concerne que la Mécanique : on pouvait espérer que les phénomènes optiques ou électriques qui font intervenir les ondulations d'un milieu universel, l'éther, nous permettraient de mesurer, au moyen d'expériences purement terrestres, notre vitesse par rapport à ce milieu. Bien des tentatives ont été faites dans cette voie; la plus célèbre fut celle de Michelson et Morley en 1887. Elles ont toutes échoué. Et Lorentz en est venu à énoncer ce principe qu'il est impossible, par quelque moyen physique que ce soit, de mettre en évidence un mouvement uniforme de translation.

Deux difficultés subsistaient néanmoins : l'énoncé du principe ne parle que de vitesses uniformes, il laisse de côté les accélérations; de plus, il se pourrait que des expériences portant sur la gravitation réussissent là où les autres phénomènes n'ont rien donné. La théorie de la Relativité en faveur il y a dix ans demandait donc à être étendue : c'est à quoi M. A. Einstein a consacré l'œuvre[1] qui vient de recevoir lors de la dernière éclipse une brillante confirmation.

Reprenons une hypothèse faite jadis par Poincaré et supposons la Terre couverte de nuages impénétrables. Nous ne pourrions acquérir la *certitude* de sa rotation.

1. Voir A. S. EDDINGTON : Report on the Relativity Theory of Gravitation, Londres, 1918. — On trouvera dans cet ouvrage la liste complète des Mémoires originaux.

Car nous aurions toujours le droit d'attribuer la force centrifuge dont nous constaterions les effets à une *vraie* force d'origine extérieure et qui agirait sur tous les objets terrestres également. Nous apercevons alors le complément nécessaire du principe de Relativité de Lorentz. Un champ de force peut toujours être remplacé par une accélération convenablement choisie des axes coordonnés. C'est ce qu'Einstein appelle le Principe d'Equivalence.

Or ce principe s'applique à la gravitation tout aussi bien qu'à la force centrifuge. Comme celle-ci, en effet, la gravitation agit pareillement sur tous les corps sans exception. On pourrait hésiter si la masse gravifique différait de la masse cinétique, en jeu pour la force centrifuge. Mais les expériences d'Eötvös sur le pendule (1890) font prévoir l'identité complète des deux masses. Rien ne s'oppose dès lors à ce que, cessant de voir dans la gravitation une force effective, nous l'envisagions comme une propriété géométrique de l'espace[1] où nous vivons, qui deviendrait non-euclidien au voisinage des corps attirants, et cette propriété serait *de même nature* que la force centrifuge dans l'espace tournant.

La loi de Newton n'est pas conforme au Principe de Relativité. Quelle est alors la loi exacte? Il est évident que la loi cherchée, pour ne pas dépendre des coordonnées arbitraires que nous pouvons choisir, doit s'exprimer par une série de relations entre les paramètres de celles-ci, relations qui doivent subsister quand on change d'axes, de même que les vérités géométriques subsistent quand on passe des coordonnées cartésiennes aux coordonnées polaires. — Ceci revient à dire que les équations qui définissent la gravitation ne doivent comporter que des *tenseurs* ou vecteurs généralisés, dont le calcul[2] est d'ailleurs d'une extrême complication qui a jusqu'ici effrayé beaucoup de physiciens.

La formation des tenseurs qui peuvent convenir à la question est toutefois, grâce aux conditions aux limites, moins arbitraire qu'on ne le croirait à première vue et, si les calculs d'Einstein sont pénibles, leur résultat final peut se mettre sous une forme simple qui laisse espérer que l'on trouvera bientôt une voie plus directe ou du moins un moyen de débarrasser la théorie des échafaudages ayant servi à la construire.

Les conséquences vérifiables de la loi trouvée sont jusqu'ici de trois sortes :

1° Le périhélie de Mercure doit tourner, dans le sens direct, de 43″ par siècle;

2° Les rayons lumineux doivent être déviés de leur route par les corps pesants. Pour ceux qui rasent le Soleil, la déviation doit s'élever à 1″,75. C'est juste le double du chiffre qu'avait trouvé autrefois Einstein lui-même, rien qu'en admettant la pesanteur de l'énergie et en traitant la lumière comme un projectile;

3° Les raies spectrales émises par un corps pesant tel que le Soleil doivent être légèrement déviées vers le rouge (de 0,008 A environ).

La première conséquence est absolument conforme aux faits : elle rend compte d'un phénomène qui, depuis Le Verrier, a beaucoup intrigué les théoriciens. On peut, il est vrai, lui trouver d'autres interprétations assez plausibles, telles que les perturbations engendrées par un anneau de corpuscules analogue à la lumière zodiacale. Mais ce que l'explication d'Einstein a de remarquable, c'est que, rigoureuse et nécessaire par elle-même, elle ne fait appel à rien d'hypothétique : seules des quantités connues figurent dans le calcul : la période et l'excentricité de la planète, la distance Soleil-Terre et la vitesse de la lumière.

Le troisième point n'a jusqu'ici pu être vérifié. M. St John et M. Evershed ont, indépendamment[3], obtenu des résultats négatifs. La chose mérite d'être étudiée de plus près et le sera certainement : nous ne connaissons peut-être pas encore, en effet, toutes les causes de variation des longueurs d'onde solaires.

Restait le second phénomène. Il fallait savoir si, en photographiant à la fois le Soleil et les étoiles très voisines, — à la faveur d'une éclipse, — ces dernières paraîtraient déviées de la quantité prévue. En 1914 et 1918 des essais de ce genre n'avaient guère donné de résultats. Cette année, les astronomes ont été plus heureux[1].

Deux Missions anglaises avaient été organisées. L'une s'était rendue à l'Ile du Prince, sur la côte d'Afrique : elle était dirigée par M. A. E. Eddington, théoricien éminent de la Relativité. Une hasard malheureux a voulu qu'elle fût peu favorisée par le temps. Deux clichés sur 16 manifestèrent pourtant une déviation (ramenée au bord du disque) de 1″,6 ± 0″,3. L'autre mission, celle de M. Crommelin, a eu plus de chance à Sobral, au Brésil. Bien qu'une série de plaques se soit trouvée gâtée par un déréglage accidentel, un second appareil donna 7 excellents clichés sur 8, qui révélèrent une déviation très nette (réduite au bord) de 1″,98. L'ensemble des chiffres des deux missions est donc tout à fait en faveur de la théorie d'Einstein.

On pourrait pourtant faire une objection. En quoi l'effet signalé se distingue-t-il d'une réfraction dans l'atmosphère solaire? Tout d'abord la réfraction ne donnerait point, comme le phénomène d'Einstein et comme on l'observe, de déviation inversement proportionnelle à la distance de l'étoile au centre du Soleil. De plus, elle exigerait une densité de 0,005 à 0,017 par rapport à l'air normal, à 15′ du Soleil, ce qui est énorme. Un milieu aussi dense ne manquerait pas d'exercer sur les comètes qui le traversent (comme l'ont fait, notamment, celles de 1880 et 1882) une résistance sensible qui n'a jamais été constatée.

En somme, la dernière éclipse a été, pour le Principe de Relativité généralisé, l'occasion d'un succès qui attirera sans doute l'attention des physiciens et aussi celle des mathématiciens. La grande séduction de cette belle théorie c'est, croyons-nous, son harmonieux accord avec l'évolution passée des idées scientifiques. Quand bien même l'expérience suggérerait dans la suite certaines modifications, la tentative d'Einstein s'imposait logiquement et ses difficultés mathématiques méritaient d'être abordées pour ne pas laisser la Gravitation faire indéfiniment seule exception à une des plus grandes et des plus générales lois de la Nature.

Jean Bosler,
Astronome à l'Observatoire de Meudon.

§ 3. — Météorologie

Le refroidissement du sol pendant la nuit et les gelées de printemps. — En étudiant le refroidissement du sol pendant la nuit, ses lois et les conséquences qui peuvent en résulter pour les cultures, on s'est presque toujours basé sur les températures observées juste au-dessus du niveau de la couche herbacée qui recouvre généralement le sol, et l'on a ordinairement méconnu les différences, parfois considérables, qui existent entre ces températures et celle du niveau du sol proprement dit. Aitken a pourtant signalé un cas où cette différence a dépassé 10° C. et il lui assigne une valeur moyenne de plus de 4° C. Une étude du refroidissement du sol absolument nu et de l'influence de diverses couches protectrices s'imposait donc; M. T. B. Franklin l'a entreprise au cours de l'hiver dernier en Ecosse, et il vient d'en faire connaître les principaux résultats[2].

1. A 4 dimensions, le temps étant compris.
2. « Calcul différentiel absolu » de Christoffel, Ricci et Levi-Civita.
3. *Astrophysical Journal*, t. XLVI, p. 249; 1917.

1. *The Observatory*, vol. XLII, p. 389; 1919. — Rapport de l'Eclipse du 29 mai 1919.
2. *Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh*, t. XXXIX, part II, p. 120; 1919.

Le refroidissement du sol par les nuits claires est dû à la radiation. Les efforts de celle-ci sont d'abord contrebalancés par la conduction, qui amène vers la surface la chaleur des couches profondes ; puis, lorsque la surface commence à se congeler, la chaleur latente de congélation de l'eau est libérée et doit être rayonnée avant qu'une chute nouvelle de la température du sol puisse se produire. Ce n'est que le surplus de la radiation, après qu'elle a équilibré ces deux influences, qui agit pour abaisser la température du sol. Aussi quand la surface du sol est sèche et la conductibilité réduite, ou quand la température des couches profondes est basse, la radiation refroidit bien plus rapidement le sol. La température de la surface du sol doit donc dépendre : 1° de l'humidité relative de l'air; 2° de la sécheresse des couches superficielles, 3° de la température des couches sous-jacentes.

M. Franklin a déterminé l'importance de ces divers facteurs; pour le calcul de la conduction, il a mesuré la température à la surface et à 10 cm. de profondeur; entre ces deux points, le gradient de température est à peu près uniforme tant que la surface ne gèle pas.

Les résultats des observations de l'auteur montrent que les considérations dont il est parti sont bien exactes. En particulier la radiation du sol, par les nuits claires et calmes, quand les étoiles de 5e grandeur sont visibles, est une fonction de l'humidité relative. Les autres causes (condensation, évaporation, etc.) ont peu d'effet sur la température du sol. La température de la surface tend à s'abaisser rapidement au-dessous de la température à la profondeur de 10 cm. d'un nombre de degrés tel que la conduction à partir de cette profondeur équilibre la radiation ; après que cet équilibre a été atteint, la température superficielle ne peut s'abaisser plus rapidement que celle de la couche de 10 cm. de profondeur et une température suffisamment élevée du sous-sol rend le gel improbable. La différence de température entre la surface et la profondeur de 10 cm. qui établit l'équilibre entre la conduction et la radiation est probablement d'environ 5°,5 C. pendant l'hiver, quand le sol est presque invariablement humide, et d'une conductivité maximum uniforme, mais elle peut s'élever à 11° C. après une période sèche au printemps ou au commencement de l'été. D'après ces données, il paraît possible de prévoir la gelée pour la nuit d'après des observations faites l'après-midi et portant sur les divers facteurs ci-dessus.

Lorsqu'on recouvre le sol d'une substance mauvaise conductrice de la chaleur, on diminue considérablement la radiation calorifique de la surface du sol par les nuits claires. Pour déterminer l'efficacité de diverses substances de ce genre, M. Franklin a fait une série d'observations sur la température minimum de la surface du sol recouvert d'une couche de 12,5 mm. d'épaisseur de : 1° terre meuble, bien ratissée; 2° cendres; 3° engrais ; 4° feuilles mortes ; 5° herbe et mousse poussant naturellement, et les a comparées avec la température minimum du sol nu. L'efficacité thermique maximum de ces diverses couches a été en moyenne de : terre meuble ratissée, 1°,7 C.; cendres, 3°,3; engrais, 3°,6; feuilles mortes, 4° ; herbe et mousse naturelle, 5°,5. Pendant l'hiver 1918-1919, jamais le sol recouvert d'herbe ou de mousse n'a gelé.

En recouvrant le sol d'une couche de cendres et posant un écran au-dessus, l'auteur a pu dans un cas maintenir le sol à 5°,5 au-dessus de la température du sol nu, égalant ainsi, mais sans le surpasser, l'effet de la couverture naturelle de mousse ou d'herbe.

Sur les talus des fossés, à l'abri des haies et dans les bois, protégées contre le vent et contre les effets de la radiation par une couche de feuilles mortes, d'herbe ou de mousse, les racines des fleurs de printemps peuvent ainsi traverser l'hiver sans être atteintes par le gel. Si même une période de pluie chaude en décembre vient apporter au sol juste la chaleur nécessaire, elles commencent à pousser leurs feuilles et elles peuvent fleurir alors que l'hiver sévit dans toute sa rigueur. Ainsi M. Franklin a observé une primevère qui, stimulée par le temps doux de décembre 1918, avait poussé à travers un gazon moussu qu'il observait et qui fleurit le 10 février 1919, — ses feuilles et fleurs étant à une température aérienne de — 9°,5, et ses racines à une température souterraine de + 0°,5, soit une différence de 10° C. En ce qui concerne les fleurs sauvages printanières, la température de l'air ne paraît donc jouer qu'un rôle très secondaire par rapport à la température souterraine dans la détermination d'un printemps précoce ou tardif.

§ 4. — Art de l'Ingénieur

La Navigation rhénane[1]. — Le Rhin est un fleuve commercial d'une importance exceptionnelle, à côté duquel le Danube semble bien insignifiant : le seul port rhénan de Duisburg a un tonnage supérieur à celui de tous les ports danubiens réunis. Ses progrès ont été tout à fait remarquables, comme en témoignent les chiffres suivants : le tonnage des marchandises franchissant la frontière Hollande-Allemagne a monté de 573.000 tonnes en 1850, à 1.962.000 tonnes, en 1870, 13.191.000 tonnes en 1900, 18.834.000 tonnes en 1912. Le tonnage total des ports rhénans en aval de Strasbourg, qui était de 25 millions de tonnes en 1890, atteignait en 1912 83 millions de tonnes, et il approche de 100 millions de tonnes en y ajoutant le trafic sur les voies affluentes et celui avec les ports hollandais, belges et baltiques. Le nombre de bateaux s'élevait en 1912 à 12.453 (de plus de 15 tonnes), montés par 35.116 hommes d'équipage.

Cette importance s'explique d'abord par des conditions géographiques très favorables. Le Rhin débouche dans l'Atlantique dans la région où passent les plus grands courants du commerce maritime ; son bassin s'étend sur des pays très peuplés et très industriels : depuis l'Alsace jusqu'à la Hollande, on trouve tout le long du fleuve de grandes cités et une densité de population triple de la moyenne de la France. Les industries riveraines réclament des matériaux lourds pour lesquels la voie d'eau est plus économique que la voie ferrée, et le fleuve longe un des bassins houillers les plus riches de l'Europe. A ces avantages de position, le Rhin joint des facilités naturelles pour la navigation : en aval de Strasbourg, sa pente est très régulière et, sauf entre Bingen et Bonn, constamment inférieure à 0,5 °/₀₀. Son régime hydrologique est un des plus constants, grâce à la compensation exercée par le régime mi-fluvial mi-glaciaire du fleuve et de ses affluents. Les interruptions de la navigation sont ainsi réduites au minimum, 20 à 25 jours au maximum, et le gel ne compte pas pratiquement. L'Etat et les villes riveraines ont su tirer le meilleur parti de ces avantages naturels en aménageant la voie et ses stations : on évalue à plus de 300 millions de francs les dépenses consenties avant 1900 pour entretenir ou améliorer l'état du chenal navigable. En 1912, les dépenses annuelles montaient de ce chef à plus de 7 millions, sans compter les dépenses pour les ports, qui étaient de 10 millions.

Le gros tonnage du Rhin s'explique encore par les relations que lui valent quelques-uns de ses affluents ainsi que les canaux avec lesquels il communique. Le Neckar est navigable jusqu'à Heilbronn, le Main jusqu'à Bamberg, et, par le canal Ludwig, la jonction s'opère avec le Danube. Par ses bouches, qui rejoignent celles de la Meuse, le Rhin rayonne dans les Pays-Bas et la Belgique; par le canal Dortmund-Ems, amorce du fameux Mittelland-Kanal, il tend vers la Weser et l'Elbe; par les canaux alsaciens, il communique avec le bassin supérieur de la Moselle et plonge jusqu'à la Marne et au Rhône. Enfin, la profondeur du fleuve est telle dans son

1. E. de Martonne : *Conditions physiques et économiques de la Navigation rhénane*. Travaux du Comité d'études. 1 br. in-4°, avec 10 cartes-graphiques au 1 : 2.000.000. Paris, Imprimerie nationale, 1918.

cours inférieur que des navires de mer peuvent remonter jusqu'à Cologne, de telle sorte que le trafic maritime rhénan s'élevait à 478.000 tonnes en 1912, non compris le tonnage de Rotterdam, véritable port de mer où s'opère la soudure des deux navigations maritime et fluviale.

C'est ainsi que se pose le problème international du Rhin. C'est un fleuve mondial qui intéresse non seulement les Etats riverains, mais encore ceux qui lui envoient ou lui enverront de gros chargements, comme la Belgique, l'Angleterre, l'Espagne, la Suède, la Russie, les Etats-Unis. Le droit romain disait des fleuves qu'ils sont « de droit commun, libres et ouverts à tous » comme l'air et la mer. Ce principe, méconnu pendant le Moyen Age, fut repris à la fin du XVIIIe siècle par la Convention, qui, au nom des principes du droit naturel, proclama la liberté de navigation de l'Escaut. Celle du Rhin fut stipulée dans l'article V du traité du 30 mai 1814 ; elle fut reprise dans la convention du 17 octobre 1868, signée par la France, les Etats riverains allemands, la Prusse et les Pays-Bas ; ce traité, qui annulait les codes antérieurs de 1815 et de 1831, posait les principes suivants : la liberté de navigation du fleuve, ouvert aux navires de toutes les nations ; l'interdiction de percevoir des taxes ; la liberté du transit ; le maintien des ports francs et la possibilité d'en ouvrir de nouveaux. La France fut exclue de la Convention de 1871, l'Allemagne ne tarda pas à exercer un pouvoir dictatorial sur le régime du fleuve. En attendant qu'une convention nouvelle soit élaborée, la partie XII des clauses du traité de paix de Versailles a fixé la composition de la Commission qui sera chargée de veiller à l'application du régime du fleuve et au contrôle de la navigation, et qui ressemblera à la Commission européenne du Danube. Son siège sera à Strasbourg et c'est à la France qu'en échoit la présidence ; elle sera composée de 5 Français, 2 Anglais, 2 Italiens, 2 Belges, de 4 Allemands, 2 Hollandais et 2 Suisses. Le même article du traité de paix nous fait céder par l'Allemagne des remorqueurs et des bateaux, des parts d'intérêts dans les Compagnies allemandes de navigation, une partie des installations que ces Compagnies possédaient dans le port de Rotterdam, et enfin le droit exclusif à l'utilisation de l'énergie hydraulique du Rhin dans la section formant frontière avec l'Allemagne.

Cette dernière concession est d'importance. En effet, en amont de Strasbourg, le thalweg du fleuve est sinueux, il se déplace ; le fonds est mobile ; la pente est beaucoup plus forte qu'en aval ; la profondeur de 1 m. 80 ne se maintient que pendant deux mois en fait. A la suite des rapports de M. l'Ingénieur Cottin et de M. Daniel Mieg, le Congrès de Strasbourg, dont nous avons récemment entretenu nos lecteurs, a estimé que l'utilisation rationnelle de la force motrice du Rhin, en amont de Strasbourg, et qui est évaluée à 800.000 H.P., ne peut être réalisée que par un canal latéral, auquel la situation topographique des terrains de la rive alsacienne est particulièrement favorable ; que, d'autre part, en raison des conditions de pente et de l'instabilité du lit du fleuve, et de la formation progressive de rapides, l'établissement d'un tel canal est la condition indispensable d'une navigation commerciale économique ininterrompue entre Strasbourg et Bâle. Satisfaction sera ainsi donnée aux Suisses, qui escomptent l'extension du commerce rhénan sur leur territoire et qui ont étudié un projet de canal du Rhône au Rhin par l'Aar et les lacs de Bienne, de Neuchâtel et de Genève. Et l'Alsace pourra disposer pour ses besoins industriels d'une énergie considérable.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 5. — Physique

Variation de l'intensité du son émis par les résonateurs et les tuyaux d'orgue suivant la pression du courant d'air. — Il n'est besoin d'aucune expérience délicate pour démontrer que le son émis par un tuyau d'orgue augmente d'intensité quand le courant d'air devient plus fort. Il est plus difficile d'établir la relation quantitative entre ces deux facteurs, l'oreille ne pouvant être utilisée pour des mesures, même grossières, de l'intensité. Mlles Love et Dawson [1] ont mesuré les intensités des sons émis par un résonateur de longueur variable (fig. 1) et par un tuyau d'orgue au moyen d'un résonateur de Lord Rayleigh [2] convenablement modifié (fig. 2). Un disque de verre M, suspendu par un fil de quartz *d*, est disposé dans le tube de communication d'un résonateur double AB. Quand l'appareil est convenablement accordé au son extérieur, il se produit une résonance

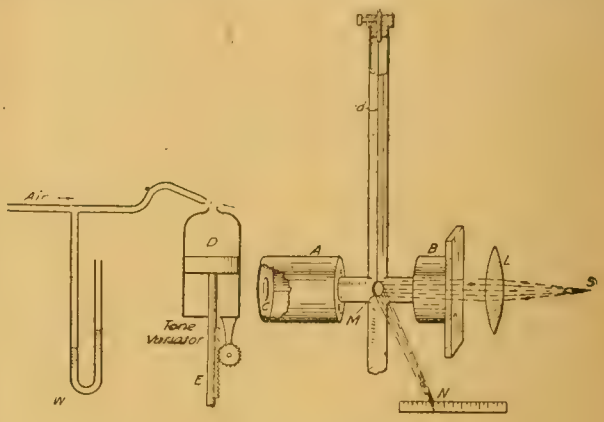


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — *Résonateur de longueur variable.* W, manomètre à eau.
Fig. 2. — *Résonateur de Lord Rayleigh modifié.* — A, B, résonateur double ; C, diaphragme ; M, miroir ; S, source lumineuse ; L, lentille ; N, échelle ; *d*, fil de quartz.

qui fait tourner le disque d'un petit angle qu'on mesure par une méthode optique. La déviation est très sensiblement proportionnelle à l'intensité du son. On accorde le résonateur en réglant la longueur et, par suite, le volume de B, et en faisant varier l'ouverture du diaphragme C.

La méthode suivie pour les mesures est la suivante : On actionne le résonateur par un courant d'air constant et on règle la hauteur du son émis de manière à observer le maximum de déviation au résonateur de Rayleigh. Augmentant successivement la pression de l'air de petites quantités, on réduit la hauteur du son rendu par le résonateur de manière à avoir, dans chaque cas, la déviation maxima du résonateur. On obtient ainsi une série de mesures simultanées de la pression du courant d'air et de l'intensité du son produit.

Les auteurs ont constaté qu'il y a très sensiblement proportionnalité entre l'intensité du son émis et la pression du courant d'air. Les résultats obtenus montrent, en outre, qu'on n'obtient de son stable que pour des pressions du courant d'air supérieures à 10 cm. d'eau. La hauteur du son s'élève aussi avec la pression, en sorte qu'il faut augmenter le volume du résonateur pour ramener la pression à une valeur donnée.

Les auteurs font remarquer que les résultats ne sont pas d'accord avec ce que fait prévoir la théorie. Lord Rayleigh a montré que la puissance mise en jeu quand on souffle dans un sifflet est proportionnelle à la pression p et au volume v de l'air envoyé par seconde. Si toute cette énergie était utilisée à la production du son, l'intensité de ce son I serait : $I = k\,p\,v$, k désignant une constante. Si l'on suppose que le volume d'air envoyé

1. Beryl F. Love et Margaret E. Dawson : *Physical Review*, 2e série, t. XIV, p. 49-53 ; juillet 1919.
2. Lord Rayleigh : *Phil. Mag.*, t. XIV, p. 186 ; 1882.

par seconde soit proportionnel à la pression, cette relation deviendrait : $I = k_1 p^2$.

Comme les auteurs ont constaté expérimentalement que l'on a : $I = k_2 p$, il faut en conclure que toute l'énergie du courant d'air ne se transforme pas en énergie sonore, mais seulement la fraction qu'on aurait en supposant constante la vitesse v.

A. B.

Etude des vibrations sonores de certains gels d'acide silicique. — Kohlrausch[1] et Hatschek[2] ont remarqué que les gels d'acide silicique vibrent en produisant un son quand on frappe légèrement sur les récipients qui les renferment. MM. Holmes, Kaufmann et Nicholas[3] ont étudié les conditions qui affectent la fréquence du gel et ont pu obtenir ainsi quelques indications sur la structure des gels et la cause de la vibration.

On constitue un excellent mélange pour ces recherches en ajoutant, à une solution de silicate de sodium de densité $d = 1,15$, un égal volume d'une solution d'acide chlorhydrique six fois normale. L'ensemble donne, au bout d'une heure environ, un gel solide qui fournit la fréquence de vibration la plus élevée dans deux jours environ. On peut effectuer les expériences dans des tubes à essai ordinaires (150 × 17 mm.), le volume du gel sur lequel on opère dépassant de 20 cm³ celui de la moitié du tube. La mesure de la hauteur du son émis présente certaines difficultés; le timbre des sons obtenus en frappant sur les tubes de gels diffère tellement de ceux produits par un piano, une sirène ou un sonomètre, qu'on ne peut faire des comparaisons précises avec ces instruments. Les auteurs ont utilisé une vieille boîte à musique dans laquelle le son est produit par des dents métalliques de différentes longueurs raclant sur un cylindre; on peut facilement connaître la hauteur des sons émis par les différentes dents, et ce son a un timbre suffisamment voisin de celui produit par les gels pour permettre les comparaisons.

La hauteur du son émis ne dépend pas de la longueur de la colonne de gel sur laquelle on opère. Ainsi des colonnes de gels de 60, 90 et 120 mm. de longueur, mais d'égal diamètre, vibrent avec la même fréquence de 1024 pér : sec, ce qui indique que les vibrations ne sont pas longitudinales. Les auteurs ont ensuite opéré sur des colonnes de même longueur, mais de différents diamètres : la fréquence du son, pour la colonne de 34 mm. de diamètre, est 341 pér : sec, celle de la colonne de 23 mm. de diamètre, 640 pér : sec, celle de la colonne de 15 mm. de diamètre, 1152 pér : sec. La fréquence varie sensiblement en raison inverse du diamètre, ce qui indique que les vibrations sont transversales.

Les auteurs ont remarqué que la hauteur du son augmente avec la concentration de l'acide silicique formé. Elle augmente aussi quand on produit les gels par des acides de plus en plus ionisés ou quand on opère en présence d'un excès d'ions hydrogène. Les gels basiques, obtenus en mélangeant la solution de silicate avec une quantité d'acide insuffisante pour réagir avec tout le silicate de sodium, vibrent avec une fréquence très faible.

La rigidité du gel est sans contredit le facteur principal dans la production du son. Des gels disposés dans des tubes à parois épaisses donnent des sons plus élevés que les colonnes de même diamètre disposées dans des tubes à minces parois. Le diamètre total du gel augmenté du verre est plus grand dans l'un des cas, mais l'effet d'une plus grande rigidité du verre compense l'influence d'un plus grand diamètre.

Les auteurs étudient ensuite le phénomène qu'ils désignent sous le nom de *syneresis* et qui consiste dans la séparation de liquides aqueux à partir de substances fortement hydratées comme le sont les gels d'acide silicique; la séparation du lait en caillé et petit-lait constitue un exemple vulgaire de ce phénomène si répandu. Il peut n'être pas étranger à la vibration de certains gels. Ces gels vibrent comme des solides rigides, mais il semble bien qu'ils soient soumis à des efforts de tension tendant à les contracter. C'est ce qu'on peut vérifier en recouvrant d'une mince couche de vaseline l'intérieur des tubes utilisés : les gels obtenus dans ces conditions se contractent beaucoup et acquièrent un diamètre bien inférieur à celui du tube ; il faut en conclure que les gels, dans les tubes non vaselinés, doivent être dans un état de tension considérable, aussi longtemps que le gel adhère au verre.

Un gel produit dans un tube vaseliné, 8 à 10 jours après le mélange, se contracte suffisamment pour pouvoir être enlevé du tube et fournir un son, tout comme celui produit dans un tube non vaseliné et demeuré adhérent au verre. Mais la fréquence vibratoire du gel dans le tube était 1024 pér : sec pour un diamètre de 20 mm., tandis que le gel produit dans le tube vaseliné et étudié hors du tube s'est contracté jusqu'à n'avoir plus que 16,6 mm. de diamètre et fournit une vibration de 768 pér : sec. Comme la hauteur varie, d'une manière générale, en raison inverse du diamètre, on pourrait s'attendre à ce que le gel contracté fournisse un son plus aigu, d'autant plus que sa densité est plus grande. Le fait qu'il est plus grave montre l'importance de la tension dans la production du son, car plus la tension est grande et plus grande est la rigidité.

La « syneresis » augmente avec la concentration en acide silicique et avec un excès d'acides minéraux; elle diminue sous l'influence d'un excès d'acides organiques. Pour les gels acides, les mêmes facteurs qui augmentent la fréquence de vibration (en augmentant la tension et la rigidité) augmentent également la syneresis. La fréquence de la vibration et la syneresis sont en relation directe avec la tension. Les gels basiques se comportent à cet égard d'une manière quelque peu anormale.

La syneresis croît comme l'étendue de la surface libre. Quand un gel se contracte dans un tube vaseliné, le volume de liquide qui se sépare est beaucoup plus grand que pour un même volume de gel contenu dans un tube ordinaire auquel le gel adhère.

A. B.

1. Kohlrausch : *Z. phys. Chem.*, t. XII, p. 773; 1893.
2. Hatschek : Introduction to the Physics and Chemistry of Colloids. Blakiston, 1916, 2e éd., p. 55.
3. N. Holmes, E. Kaufmann, O. Nicholas : *J. Amer. Chem. Soc.*, t. XLI, p. 1329 ; septembre 1919.

§ 6. — Chimie physique

Sur le poids atomique du plomb-radium. — Nous recevons la lettre suivante :

« Monsieur,

« Certaines considérations théoriques[1] donnent à penser que le poids atomique du plomb-radium est 206.

« La discussion, dans les formes mathématiques ordinaires, des déterminations récentes de ce poids atomique[2] ne permet pas de formuler une telle conclusion; elle conduit en effet au chiffre 206,5 ± 0,05 et la conclusion suivante s'impose :

« *Il est actuellement hasardeux de fixer le poids atomique du plomb-radium à 206; il est plus vraisemblable que ce poids atomique est* 206,5, sauf erreur systématique entachant toutes les déterminations directes qui ont été faites.

« Veuillez agréer, etc. »

R. de Montessus de Ballore.

§ 7. — Chimie industrielle

La fabrication de l'alumine à partir de l'argile ordinaire. — Avant la guerre, la plus grande partie de l'alumine destinée à la fabrication de

1. Cf. p. e. *Revue gén. des Sc.* du 30 oct. 1919, p. 581.
2. Cf. p. e. *Ibid.*, 15 juin 1919, p. 331.

l'aluminium était préparée en Allemagne avec des bauxites d'origine française. Dès que cette source vint à lui faire défaut, l'industrie allemande dut s'adresser à des bauxites très impures disponibles chez elle et chez ses alliés, puis à l'argile ordinaire, constituée par un silicate d'alumine également impur. M. V. Gerber vient de faire connaître les résultats des recherches qui ont été faites dans cette dernière voie [1].

L'argile allemande qui a servi de base à la fabrication avait la composition suivante : SiO^2, 46,08 %; Al^2O^3, 33,88; Fe^2O^3, 3,48; CaO, 0,70; MgO, 0,31; $(NaK)^2O$, 2,61; perte au feu, 13,44. L'expérience a montré que l'alumine de cette argile peut être rendue soluble dans HCl par chauffage préalable de la substance : la calcination à 800° pendant 3 heures rend soluble 84 % de l'alumine, mais une grande quantité de silice se dissout en même temps. L'auteur suppose que le chauffage a pour effet de former un aluminosilicate soluble, et non, comme le pense M. Le Chatelier, de décomposer complètement la kaolinite en deux molécules de silice et une d'alumine. Quand la calcination est poussée jusqu'à 900°, une faible quantité d'alumine est solubilisée, sans doute par suite de la formation d'une modification insoluble de l'aluminosilicate. L'addition de chaux à l'argile avant chauffage n'augmente pas le rendement en alumine obtenue par dissolution subséquente, mais l'emploi de chlorure de calcium élève ce rendement à plus de 90 %; en même temps, la température peut être portée jusqu'à 900° sans risquer d'obtenir un produit insoluble.

Le procédé d'extraction par un acide offre un désavantage : l'alumine est souillée de fer et de silice, qui doivent être séparés par un traitement ultérieur. Dans les procédés basés sur la fusion avec un alcali, les frais sont considérablement accrus par la perte d'alcali due à la formation d'un silicate alcalin. On a essayé d'éviter cette perte en faisant combiner la silice avec de la chaux. On a fondu de l'argile avec un mélange de carbonate de soude et de carbonate de chaux à 800°-1.200° et l'on a extrait par l'eau la masse pour dissoudre l'aluminate de soude. On a reconnu que les meilleures proportions à employer sont : 1 molée. de Na^2CO^3 pour 1 molée. de Al^2O^3 et 2 molée. de $CaCO^3$ pour 1 molée. de SiO^2; on obtient ainsi un rendement de 70 % de l'alumine présente dans l'argile et on récupère une quantité équivalente de la soude utilisée.

Un perfectionnement de ce procédé, qui a été employé industriellement, consiste dans la substitution du carbonate de baryum au carbonate de soude. On chauffe l'argile, à environ 1.150°, avec un mélange de carbonates de Ba et Ca dans les proportions suivantes : 1 mol. $BaCO^3$ pour 1 mol. Al^2O^3 et 2 mol. $CaCO^3$ pour 1 mol. SiO^2, avec environ 8 mol. de chlorure de sodium pour servir de fondant. L'aluminate de baryum soluble qui se forme est extrait par l'eau (rendement 75 %) et le baryum est récupéré par précipitation avec le carbonate de soude. La solution d'aluminate de soude ainsi obtenue est ensuite traitée par le procédé Baeyer, comme dans la purification habituelle de la bauxite. Dans la fusion, il faut éviter un excès de carbonate de baryum, qui conduit à la formation d'un aluminosilicate de baryum insoluble. Mais, si l'on remplace la totalité du carbonate de calcium par du carbonate de baryum, le composé ternaire insoluble ne se forme plus dans ces conditions.

Ces procédés sont mis en œuvre dans plusieurs usines allemandes, créées de toutes pièces depuis la guerre, et dont la plus importante est celle de l'Erftwerk A. G., à Grevenbroich, sur la rive gauche du Rhin.

La production de l'aluminium pendant la guerre [2]. — L'emploi intensif de l'aluminium dans les fabrications de guerre (aéronautique et mitrailleuses) a provoqué un remarquable accroissement de la production. Celle-ci qui, pour le monde entier, s'élevait, en 1913, à 78.790 tonnes, a passé à 112.000 tonnes en 1916, et à 173.500 tonnes en 1917. On estime, d'après la capacité des usines existantes et les projets en voie d'exécution, que la production mondiale atteindra 200.000 tonnes dans un avenir très proche.

Tandis que les pays producteurs d'Europe : France, Suisse, Angleterre et Allemagne, éprouvaient beaucoup de difficultés pour étendre leur fabrication, cette industrie faisait de grands progrès aux Etats-Unis dont la production passait de 30.000 tonnes en 1913 à plus de 90.000 tonnes en 1917.

Le problème le plus difficile à résoudre est celui de l'approvisionnement en matières premières; il n'est pas certain que les gisements connus puissent suffire à la demande; la consommation de bauxite, seul minerai propre à l'extraction du métal, a augmenté beaucoup depuis la guerre : elle a triplé aux Etats-Unis, qui venaient au second rang, en 1913, alors que la France occupait le premier avec ses riches gisements du Var, de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône [1].

De vastes dépôts de bauxite ont été reconnus en Guyane anglaise et, s'ils peuvent être exploités d'une façon intensive, ils pourront fournir une base solide d'approvisionnement à l'industrie américaine. Une partie a été concédée à la *Northern Aluminium Cy*, du Canada, une filiale de l'*Aluminium Cy of America*, qui possède des usines aux Shawinigan Falls, dans la province de Québec. La production de ces usines canadiennes a atteint 12.000 tonnes de métal en 1917. Quoique le Canada doive importer entièrement sa matière première, la fabrication de l'aluminium y est intéressante en raison des facilités d'obtenir l'énergie électrique et de son bon marché. Une grande partie de la production des Etats-Unis est, d'ailleurs, obtenue au moyen de l'énergie électrique importée du Canada.

P. C.

§ 8. — Bactériologie

Emploi de la silice gélatineuse comme milieu bactériologique. — M. A. T. Legg [2] recommande pour certaines recherches bactériologiques un milieu de culture formé d'une gelée de silice, qu'il prépare de la façon suivante :

On dissout dans un litre d'eau distillée 100 gr. de silicate de sodium pur, refondu, puis on verse lentement la solution dans un volume égal d'acide chlorhydrique redistillé, de densité 1,10. Après agitation et un repos de 3 à 4 heures, on fait dialyser le liquide dans de l'eau distillée, qu'on change à chaque heure jusqu'à ce que l'acide silicique soit neutre au tournesol (cela demande en général environ deux jours). La gelée neutre, additionnée de substances nutritives, est ensuite portée à l'ébullition pendant 5 min. pour chasser l'air, mise en tubes pendant qu'elle est chaude et immédiatement portée dans un autoclave où on la maintient pendant 20 min. à 135°-140° C.

Pour obtenir les membranes nécessaires à la dialyse, M. Legg recommande d'opérer ainsi : on fait dissoudre 6 gr. de coton-poudre dans 100 cm^3 d'alcool-éther (1 : 1); on fait reposer pendant 24 h. 500 cm^3 de cette solution, puis on la décante à travers un filtre en laine de verre. On prépare ensuite les membranes à la manière ordinaire, en faisant évaporer de petites quantités de solution sur les parois d'un tube à essai.

1. *Zeitsch. f. Elektroch.*, t. XXV, 193-208; 1919.
2. *The Times Trade supplement*, 4 octobre 1919.

1. En 1912, la production française de bauxite s'élevait à 259.000 tonnes, dont 203.000 pour le département du Var, 46.000 pour l'Hérault et 6.000 pour les Bouches-du-Rhône.
2. *Biochem. Journ.*, t. XIII, p. 107-110; 1919.

France et Roumanie

La Revue générale des Sciences, *sous la direction de son regretté fondateur L. Olivier, a toujours entretenu avec la Roumanie les relations les plus étroites et les plus cordiales. Avant 1914 la Roumanie formait à l'étranger le noyau le plus nombreux et le plus fidèle de ses lecteurs et de ses collaborateurs. Les changements importants introduits dans l'échiquier européen par la guerre mondiale qui vient de se terminer ont eu une répercussion profonde sur notre amie des bons et des mauvais jours. A l'heure actuelle le Royaume de Roumanie atteint une population de 18 millions d'habitants.*

Les Roumains, qui ont si apprécié l'assistance de nos missions militaires, se tournent encore vers la France pour lui demander son appui intellectuel.

L'article de M. Villey, Maître de conférences à l'Université de Rennes et membre de la Mission universitaire française en Roumanie, que nous publions dans ce numéro, expose et les desiderata de la Roumanie et l'effort que doit faire la France.

Malgré les désillusions légitimes que l'attitude du Conseil suprême vis-à-vis de notre alliée aurait pu provoquer dans le royaume danubien, les Roumains persistent à demander à la France des éducateurs dans toutes les branches de l'enseignement, du matériel scientifique et du matériel scolaire.

Malgré les efforts du ministre de France à Bucarest, M. de Saint-Aulaire, et du ministre de Roumanie à Paris, M. Antonesco, le courant qui doit s'établir entre les deux grands pays est encore trop lent, parce que l'opinion française n'est pas suffisamment avertie de la question.

Le Directeur de la Revue générale des Sciences, *sous la suggestion de nos amis de Roumanie, a pensé qu'il devait dès aujourd'hui commencer une campagne pour favoriser les relations franco-roumaines, et assurer sa coopération, auprès des autorités qualifiées, à tous ceux qui désireraient connaître les demandes du Ministère de l'Instruction publique de Roumanie comme personnel enseignant et comme matériel d'instruction. Prochainement un numéro entier, consacré à la Roumanie, paraîtra ; mais dès maintenant la* Revue *se met à la disposition de tous ceux qui désireraient avoir des renseignements sur l'organisation de l'enseignement franco-roumain, enseignement double puisqu'il doit comprendre un échange de professeurs entre la France et la Roumanie, et un appel d'élèves roumains dans nos Écoles et nos Universités.*

J. P. Langlois,
Directeur de la *Revue générale des Sciences.*

LA COLLABORATION SCIENTIFIQUE ET UNIVERSITAIRE FRANCO-ROUMAINE

Dans ces pages, les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* trouveront, au lieu des études scientifiques substantielles auxquelles elle les a habitués, un appel en faveur d'une cause qui mérite d'intéresser tous ceux que passionne le relèvement de la France et des nations amies après les sacrifices consentis en commun pour la cause de l'humanité.

Cette cause touche tout spécialement ceux qui ont à cœur les progrès de la science, dans l'acception la plus générale de ce terme, et de la science française en particulier : c'est à ce titre surtout — c'est aussi poussée par des sympathies aussi vives qu'anciennes entre elle et ses lecteurs roumains — que la *Revue* a bien voulu sortir un peu de son cadre habituel, pour lui accorder l'hospitalité de ses colonnes et l'appui de son crédit près du monde scientifique.

Nous n'entreprendrons pas de rappeler les raisons nombreuses et profondes, depuis la communauté d'origine jusqu'à la communauté des épreuves et des dangers récemment partagés, sur lesquelles repose l'amitié franco-roumaine. Bien des voix autorisées ont déjà dit au public français combien sincère et ardente est l'affection des Roumains pour tout ce qui est français : il suffit de passer bien peu de temps en Roumanie pour ressentir et comprendre vraiment la profondeur de ce sentiment séculaire, grandi, confirmé

et précisé par la grande tourmente où les deux pays ont tant souffert pour le même idéal.

Autant que la France en effet, plus même encore qu'elle si c'est possible, la Roumanie en sort blessée, saignante encore, et momentanément épuisée par ses pertes en humain, par l'arrêt prolongé de toute son activité économique, par le pillage éhonté auquel s'est méthodiquement adonné l'envahisseur.

C'est alors qu'il lui faut réaliser, dans tous les domaines d'activité, un effort énorme d'organisation pour reconstituer en une nation puissante et respectée les divers lambeaux de son territoire, enfin arrachés à ses oppresseurs.

Malgré les graves difficultés internationales dans lesquelles elle se débat encore, malgré les déboires et les amertumes qu'elles ont suscités chez elle, — elle aime trop la France pour lui en faire injustement le grief, — la Roumanie, toujours fidèle à son amitié traditionnelle pour notre pays, se tourne vers lui pour demander l'appui moral et les secours effectifs qui lui sont momentanément nécessaires.

L'intérêt que présente pour les deux pays une collaboration non seulement loyale, mais affectueuse, intime et permanente, au seuil d'un avenir encore plein d'inconnu, en face d'un adversaire qui n'a pas encore sincèrement renié son passé, ses rêves de conquête et les prétentions d'une race follement convaincue de sa supériorité et imbue de ses prétentions à l'hégémonie universelle — cet intérêt commun est trop évident pour qu'il soit utile d'en rappeler ici toutes les bases politiques et économiques.

Comme elle le fait dans tous les autres domaines, la Roumanie demande à la France son concours pour réorganiser et développer l'enseignement, aussi bien littéraire que scientifique et technique, qui formera chez elle les générations de demain.

Publiquement, officiellement même, les maîtres universitaires et les chefs politiques roumains ont tenu, et tiennent encore, en complet accord avec le sentiment à peu près unanime de la nation, le langage suivant aux représentants de la France et de la science française :

« Malgré notre désir de secouer le joug d'un adversaire tenace dans son entreprise de conquête pacifique, finalement transformée en une tentative de conquête militaire, nous avons dû subir, avant la guerre mondiale, l'emprise économique allemande. Notre pays, amputé de ses régions industrielles, ne pouvait alors vivre indépendant. Toutes nos affinités de race nous poussaient vers la France, mais les conditions géographiques faisaient la partie trop avantageuse à ses adversaires ; peut-être aussi les Français ne comprenaient-ils pas toujours assez clairement tout ce qu'ils auraient pu faire chez nous. Cette infiltration économique permettait à nos ennemis de préparer sans bruit l'organisation méthodique d'une conquête éventuelle, dont les dangers se sont, hélas! manifestés dans toute leur ampleur, au cours de la guerre : elle a conduit notre pays jusqu'au bord de l'abîme.

« Leur travail se poursuivait même dans le domaine intellectuel, et l'effort persévérant de leurs agents cherchait à faire, dans l'esprit de nos jeunes générations, à la science allemande et aux méthodes allemandes, une place exagérée, au mépris du génie latin de notre race, auquel nous devons d'avoir conservé notre unité ethnique, malgré toutes les conquêtes et toutes les oppressions.

« Cette entreprise a failli nous conduire à la catastrophe totale dans laquelle aurait définitivement sombré notre pays. La victoire s'est finalement rangée du côté du droit, et nous allons voir enfin, nous l'espérons du moins, se constituer définitivement notre unité politique et économique. La leçon a été trop dure pour que nous ne fassions pas tout ce qui est en notre pouvoir pour barrer la route à de nouvelles tentatives analogues.

« Pour cela, il nous faut agir en communauté parfaite de vues et d'efforts avec ceux de qui nous rapprochent non seulement tant de raisons historiques et sentimentales, mais aussi la menace commune d'un adversaire toujours dangereux.

« La paix va nous rendre les éléments d'une nation puissante ; mais il nous faut organiser cette nation, et l'organiser assez vite pour que, en temps utile, la seule manifestation de ses moyens d'action contribue efficacement à l'œuvre de protection commune. Pour cette organisation rapide, des collaborations nombreuses nous sont nécessaires, dans tous les domaines (économique, industriel, technique, scientifique, intellectuel), et c'est à la France que nous voulons les demander.

« En particulier, il nous faut d'urgence prendre les mesures nécessaires en vue de préparer un personnel instruit et cultivé, en nombre suffisant, pour toutes les branches d'activité ; il nous faut donc développer nos Universités et nos Ecoles Techniques, et reconstituer entièrement l'Enseignement dans celles où nos oppresseurs s'étaient installés en maîtres : à la France nous demandons les professeurs qui nous manquent. Enfin, pour que la science française et la pensée

française puissent librement et largement apporter leur ferment fertilisateur, nous voulons, dans toute la Grande Roumanie, développer et répandre l'enseignement de votre langue autant et plus encore qu'il ne l'était avant la guerre, dans l'ancien royaume[1] : pour cela encore, nous vous demandons de nous aider en nous fournissant des professeurs pour compléter nos cadres.»

Voilà, en substance, quelles demandes nous sont adressées, et l'on ne saurait trop les faire connaître à tous les Français. Ils comprendront mieux quelle confiance et quelle affection les Roumains nourrissent pour la France, et de quel prix peuvent être, pour les deux pays, l'amitié et la collaboration qu'appellent de telles démarches.

Ce programme n'est pas resté à l'état de plan théorique. Formulé dès le début de la collaboration roumaine, il s'est précisé aux jours les plus sombres de l'invasion allemande en Roumanie. Chassés de Bucarest, et réfugiés à Jassy, succombant enfin sous le nombre et momentanément écrasés parce que leurs alliés ne pouvaient leur porter secours, les Roumains n'ont pas cessé d'avoir confiance en eux et de manifester leur attachement à la France; loin d'abandonner le projet dont nous venons d'indiquer les grandes lignes, ils ont continué à en préciser le plan de réalisation pour des jours meilleurs.

Les universitaires roumains avaient heureusement trouvé, dès le début, des encouragements ardents et une foi égale à la leur chez quelques Français, avec qui ils ont préparé les premières bases de réalisation de leur programme. Le représentant officiel de la France en Roumanie a su voir immédiatement jusqu'à quel point les intérêts des deux pays étaient mêlés dans cette affaire, et mettre toute son autorité au service de cette cause, où quelques officiers de la Mission militaire française lui ont apporté le concours d'un dévouement infatigable et d'une foi sans défaillance[2].

Avec un tel accueil, et des collaborations aussi dévouées, l'entreprise devenait pleine d'espérances pour ses promoteurs, et la confiance, mère du succès, leur était permise : ils ont eu l'immense mérite de la conserver jusqu'au bout, même aux mauvais jours. Un certain nombre d'entre eux, détachés en mission à Paris, y avaient trouvé d'ailleurs, dans le milieu universitaire et scientifique, le même accueil empressé et confiant, la même attention, si amplement justifiée non seulement par l'amitié entre alliés, mais aussi par l'intérêt commun des deux pays.

Dès le retour de jours meilleurs, sitôt que la victoire commune des Alliés a rendu au Gouvernement roumain sa liberté d'action, le projet, dont l'étude n'avait pas été abandonnée, avait suffisamment pris corps pour entrer dans la phase des réalisations pratiques.

Officiellement, le Gouvernement roumain a demandé alors au Gouvernement français sa collaboration pour reconstituer ou élargir les cadres de son enseignement public. Une Mission universitaire désignée par le Ministère de l'Instruction publique français s'est rendue à cet effet à Bucarest, en deux échelons successifs (mai et juin 1919), pour étudier les mesures de réalisation effective, et pour arrêter la convention qui règle le statut des professeurs français détachés dans les établissements d'enseignement public roumains.

Pour bien marquer le prix qu'il attache à ces collaborations, le Gouvernement roumain a spontanément offert des conditions très généreuses, susceptibles d'encourager et de multiplier les candidatures : aux professeurs français il assure en effet, en sus du traitement de leurs collègues roumains, la totalité du traitement auquel ils ont droit dans les cadres français[1].

De son côté, le Gouvernement français a manifesté l'intérêt qu'il portait à cette question, en déléguant à Bucarest, pour la signature de la convention, le vice-recteur de l'Université de Paris, et en maintenant aux professeurs français de tous ordres qui seront détachés en Roumanie tous leurs droits à l'avancement dans les cadres français ; il a même nommé, auprès de la légation de France en Roumanie, un inspecteur de l'Enseignement secondaire français, pour rendre effectives les garanties accordées à ce point de vue aux professeurs disséminés dans les lycées roumains.

1. Même bien averti de la diffusion de la langue française, on ne peut se défendre, en arrivant dans l'ancienne Roumanie, d'un sentiment de surprise et d'émotion en voyant que tous les Roumains cultivés manient notre langue avec une aisance parfaite, au point de l'utiliser, non seulement avec leurs hôtes français, mais même dans leurs propres conversations.

2. Parmi ceux-ci, M. Robert de Flers n'a cessé depuis lors d'apporter à la cause de l'amitié franco-roumaine le concours de son talent et de son autorité tant littéraire que politique, et M. Henri Farge n'a pas hésité à se consacrer entièrement, pendant de longs mois, avec un rare désintéressement, à la réalisation du projet roumain.

1. La formule adoptée assure des conditions même un peu plus favorables, car les traitements français actuels, qui servent de base au calcul, sont presque toujours supérieurs aux traitements roumains pour les fonctions correspondantes. Dès que les conditions de change seront redevenues normales, elle reviendra purement et simplement au doublement du traitement français.

Pour les lycées, un premier contingent de quarante professeurs français a été préparé par une Commission franco-roumaine de recrutement, et il est actuellement en cours d'installation. Des demandes ultérieures ont été annoncées par le Gouvernement roumain : les opérations de recrutement, facilement effectuées pour le premier contingent, malgré les circonstances désavantageuses créées par les vacances scolaires, donnent à penser que les suivants pourront être encore fournis dans de très bonnes conditions. La présence des professeurs français du premier groupe, et les relations continues qu'ils conservent en France, contribueront d'ailleurs puissamment à vaincre, chez les candidats éventuels, les hésitations et les timidités injustifiées, et l'Administration française saura les encourager à collaborer à une œuvre d'expansion aussi intéressante pour la France elle-même que pour la Roumanie.

Pour les Universités, une première demande officielle (Universités de Bucarest et de Kluj) de professeurs français de diverses disciplines[1] a été également formulée. Les Roumains ont eu là d'ailleurs une occasion particulière de manifester combien sincère et agissante est leur volonté de vaincre toutes difficultés pour mener à bien la réalisation de leur programme. Un arrêt de cinq années dans le recrutement normal de chercheurs scientifiques, puis le gros effort nécessaire pour reconstituer, sur de larges bases, l'Université de Strasbourg, ont créé une situation assez difficile pour donner immédiatement satisfaction à toutes les demandes des Universités roumaines. Celles-ci se rendent bien compte de ces difficultés, et, officieusement, elles ont suggéré à l'Administration française une solution provisoire d'attente, ainsi exposée, en substance, à la Mission universitaire française :

« Pour assurer aux professeurs français, avec une situation morale indiscutée, une action efficace immédiate sur nos étudiants, nous désirons recruter des professeurs appartenant déjà, au moins en majorité, aux cadres de l'Enseignement supérieur français. Les circonstances actuelles compliquent momentanément le problème, et nous ne pouvons demander à la France de désorganiser son propre enseignement; mais nous voulons faire tout ce qui dépend de nous pour réaliser la coopération française immédiate à notre enseignement supérieur : Nous sommes prêts à accepter, à titre provisoire (chaque fois que la chose sera possible, et nécessaire pour nous assurer les collaborations que nous désirons), la concentration de certains enseignements dans un semestre scolaire. Une concentration complémentaire dans l'autre semestre, consentie par les Universités françaises, permettrait à des professeurs d'assurer ces enseignements chez nous sans désorganiser leur service en France. L'enseignement (cours, conférences et direction d'étudiants) à densité double qui leur sera ainsi imposé momentanément sera sans doute préjudiciable à leurs recherches scientifiques personnelles; mais l'importance du but à atteindre, et les avantages pécuniaires considérables réalisés par cette solution provisoire, détermineront sans doute des candidatures telles que nous n'hésiterons pas à l'adopter. Dans deux ou trois ans, les conditions normales de recrutement étant rétablies, il deviendra d'ailleurs possible de remplacer ces professeurs, à leur gré, dans l'une ou l'autre des Universités (française et roumaine) à laquelle ils appartiendront, pour les ramener à un enseignement à densité normale, plus compatible avec la poursuite active de leurs travaux personnels. »

Devant une manifestation si nette du prix que l'Enseignement supérieur roumain attache à des collaborations françaises immédiates, quelle Université française hésiterait à prendre, dans la distribution de ses enseignements, les mesures nécessaires pour rendre possibles des solutions provisoires de ce genre ?

Pour l'Enseignement technique enfin (industriel, agricole et commercial), le Gouvernement roumain a annoncé que des demandes nombreuses de professeurs français seraient faites aussitôt arrêté, par une loi actuellement soumise au Parlement roumain, le plan de réorganisation d'ensemble de ces enseignements.

Le recrutement de professeurs français de tous ordres n'est pas le seul mode de coopération envisagé par l'Université roumaine. Elle demande aussi des facilités et des encouragements pour multiplier les contacts de ses étudiants avec la France et la science française, tant par des voyages de vacances que par des stages prolongés dans les établissements d'enseignement ou de recherches, universitaires et techniques. Et là encore, en dépit des conditions très

1. Droit romain ; Pandectes. — Anatomie ; Physiologie ; Pharmacodynamie. — Mathématiques générales ; Physique générale ; Chimie générale ; Chimie technologique (métallurgie) ; Chimie physique ; Géographie physique. — Langue et littérature françaises ; Histoire des Arts ; Histoire de la culture latine ; Etudes préhistoriques.

défavorables que créent les circonstances actuelles, elle a tenu à manifester, par des réalisations immédiates, que son désir est agissant : malgré les charges financières très lourdes imposées aux intéressés par un change anormal et ruineux, un voyage de vacances de quatre-vingts étudiants roumains en France a pu être organisé et réalisé l'été dernier par l'Université de Jassy ; d'autre part, cinquante étudiants sont envoyés, pour l'année scolaire en cours, dans diverses Universités françaises, par le Comité directeur transylvain. Il ne tient qu'à la France d'étendre et de développer ce mouvement. A côté des pouvoirs publics, les sociétés d'Amis de nos Universités ou de nos grandes Ecoles, et des groupements de tous ceux qu'intéresse le rayonnement de la science et de la pensée françaises, peuvent agir utilement en vue de réaliser les conditions intellectuelles et matérielles qui créeront en France des centres d'attraction pour les étudiants roumains.

Des séries de conférences échangées entre les Universités françaises et roumaines compléteront les points de contact et achèveront de resserrer les liens intellectuels entre les deux pays. Là encore, des réalisations effectives, amorcées par une courte série de conférences des notabilités littéraires et scientifiques françaises qui accompagnaient en Roumanie le recteur de l'Université de Paris, ont été commencées par des invitations officielles à trois savants roumains, qui exposeront cet hiver, tant au Collège de France qu'à la Sorbonne, une partie de leurs recherches et travaux personnels.

La collaboration scientifique et universitaire française comporte enfin un dernier aspect, aussi important que les précédents : c'est la fourniture des ouvrages et revues scientifiques, du matériel de recherches scientifiques et médicales, de la librairie scolaire, et du matériel scolaire.

Toutes ces fournitures jouent un rôle essentiel dans l'orientation des enseignements oraux dont elles ne peuvent être séparées. Avec une claire notion de ce rôle, les Roumains demandent à la France de les leur assurer en même temps qu'elle leur fournit les professeurs appelés à les utiliser : Ils lui proposent de prendre, chez eux, en ces matières, un monopole de fait, et, vu l'urgence de leurs besoins, recherchent dès maintenant des collaborations financières qui permettent des livraisons immédiates malgré la situation momentanément désastreuse du change roumain.

Ces diverses fournitures représentent, au point de vue commercial, un marché important offert à la France, si elle peut faire l'effort de l'occuper immédiatement : les commerçants et industriels français intéressés feront évidemment tout leur possible à cet effet. Dès maintenant, une exposition d'appareils de précision, de matériel de laboratoires, de produits chimiques, et de matériel scolaire, est en préparation à Bucarest, sur la demande pressante de l'Université de Bucarest, et avec la collaboration active de l'Office commercial français en Roumanie.

Mais l'intérêt économique de cette question est bien peu de chose, auprès de son intérêt moral : le détachement de professeurs français en Roumanie, officiellement entrepris par le Gouvernement français, a pour complément indispensable la fourniture des ouvrages et du matériel scientifiques. Une partie de ces fournitures est tout à fait urgente ; l'avance financière qu'elles nécessitent doit donc être assurée immédiatement — par des mesures officielles, ou par des initiatives privées si cela est nécessaire — sans quoi la France aura trompé les espoirs et la confiance de l'Université roumaine.

Qu'il s'agisse de ces fournitures, de l'entretien des étudiants roumains en France, ou du recrutement de professeurs français, une même difficulté apparaît en effet sans cesse, et paralyse les meilleures volontés. Ce sont là les divers aspects d'une entreprise pleine de promesses pour les deux pays, mais qui nécessite, en toutes ses parties, une mise en route immédiate, sans quoi l'urgence des besoins pourra obliger la Roumanie, malgré ses préférences et malgré ses instances auprès de la France, à subir des collaborations qu'elle veut éviter.

Pour ces réalisations diverses, il faut, aux Universités roumaines et au Ministère de l'Instruction publique roumain, de l'argent français immédiatement disponible : Les exportations roumaines en France ayant été suspendues depuis cinq ans, l'Administration roumaine n'en a pas actuellement, et, si elle veut s'en procurer pour effectuer des paiements, elle doit l'acheter avec une plus-value de 150 à 200 %. Dans dix-huit mois, ou deux ans au maximum, la Roumanie aura déjà pu nous fournir assez de pétrole et assez de blé pour disposer en France de larges crédits, et y régler ses dettes à un change très voisin du pair. Après toutes les ruines causées par la guerre, le Ministère de l'Instruction publique roumain ne peut, dans ces conditions, multiplier des achats ou des engagements réglables immédiatement en argent français. Au contraire, si cet argent français lui est prêté en France,

remboursable dans un délai de deux ans, toutes les difficultés disparaissent.

La collaboration universitaire française ne saurait être assimilée aux questions commerciales générales, et subordonnée à la mise au point d'une convention financière compliquée, que celles-ci nécessitent. Il s'agit d'ailleurs seulement d'avancer pour deux ans aux Universités roumaines quelques centaines de mille francs; si cette avance ne peut être réalisée par une opération officielle entre les deux gouvernements, des initiatives privées pourraient sans doute la fournir assez facilement, car des intérêts élevés seraient éventuellement consentis par les Universités, avec la garantie officielle du Gouvernement roumain.

C'est là seulement d'ailleurs l'effort le plus urgent; le développement normal du recrutement pour la Roumanie, et des centres roumains d'études en France demande aussi que l'opinion française s'y intéresse activement. Tous ceux qui comprennent l'importance morale et politique de la collaboration scientifique et universitaire franco-roumaine peuvent utilement travailler, soit individuellement, soit en groupant leurs efforts, à sa réalisation effective. Cette tâche, si elle intéresse tous ceux qui désirent la grandeur de la France et de ses alliés, doit attirer tout d'abord ceux que passionne son rayonnement intellectuel : c'est pourquoi le présent appel ne pouvait chercher meilleure hospitalité que celle de la *Revue générale des Sciences.*

Jean Villey,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.

REVUE D'EMBRYOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE

Dans notre dernière revue [1], nous attirions l'attention sur la crise que traverse l'Embryologie. Le développement rapide de cette science est dû principalement à l'enthousiasme créé par la diffusion des théories de Darwin et de Haeckel. Pour de nombreux chercheurs, la question de l'origine des espèces trouvait sa solution dans les découvertes embryologiques. Ces coups de sonde dans le passé des êtres s'autorisaient de la croyance presque unanime à la *loi biogénétique fondamentale* ou loi de Haeckel : le développement de l'être se calquerait sur celui de son espèce; l'ontogénie récapitulerait la phylogénie. L'Embryologie descriptive devenait ainsi une science historique, mais combien fragile.

Depuis longtemps les paléontologistes, Depéret entre autres, ont montré clairement que beaucoup d'embryologistes avaient confondu le développement phylogénétique des espèces avec celui des organes considérés isolément. C'est le plus souvent chez des espèces qui n'ont aucune parenté entre elles qu'on a pu ainsi établir l'évolution ou l'involution de portions du squelette ou de viscères.

Les critiques d'embryologistes tels que O. Hertwig, Keibel, Vialleton n'ont pour ainsi dire rien laissé subsister de la loi biogénétique fondamentale. Son abandon presque unanime a laissé désorientés ceux qui cherchaient dans l'édification des êtres la clef de leur origine lointaine ou de leurs parentés. Bien que la loi de Haeckel n'ait aucune tendance à renaître, il est possible que l'avenir soit moins absolu en ce qui concerne la valeur phylogénétique de l'Embryologie. Après tout, comme le remarque O. Hertwig, si nous rangeons la Sacculine, parasite du Crabe, parmi les Crustacés, c'est uniquement grâce à l'étude de son développement.

Il semble aussi que les recherches embryologiques se soient ressenties de la nouvelle orientation des conceptions de l'hérédité. La diffusion et le succès des expériences entreprises en vue de vérifier les lois de Mendel n'ont pas peu contribué à créer chez les embryologistes une mentalité toute nouvelle. Il est presque certain que l'Embryologie purement descriptive a donné la plus grande part de ce qu'on pouvait espérer d'elle. C'est avant tout un procédé analytique au service de l'Anatomie comparée, par les renseignements fournis sur les homologies, les analogies d'organes, leurs adaptations fonctionnelles, leur valeur morphologique ou physiologique.

Par contre, une nouvelle forme d'embryologie est née récemment; c'est ce que les Allemands appellent l'*Entwicklungsmechanik* et Brachet

1. Voir la *Revue gén. des Sciences* du 15-30 octobre 1914, p. 779 et suiv.

l'*Embryologie causale*. Dans ce nouvel état d'esprit, les chercheurs ne se préoccupent plus d'expliquer le passé, mais d'explorer les causes actuelles du développement des êtres. Ce que l'Embryologie a perdu ainsi en étendue au point de vue spéculatif, elle l'a assurément gagné en précision, en s'engageant dans la voie expérimentale.

Cette revue portera principalement sur les travaux récents imprégnés de cet esprit nouveau. Le plus grand nombre de ces travaux sont publiés en langue allemande. Le Professeur Roux, de Halle, est un des premiers à s'être engagé dans cette nouvelle voie; il y a entraîné de multiples élèves. Le périodique où paraissent la plupart de leurs travaux, les *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*, n'a pas interrompu sa publication pendant la guerre. Tandis que presque tous nos journaux scientifiques cessaient de paraître, les revues allemandes continuaient à manifester une activité à peine amoindrie, tant il est vrai que si pour nous la guerre était une question de vie ou de mort, elle n'était pour nos ennemis qu'une affaire.

Ces considérations permettront de comprendre combien la valeur scientifique du livre de Brachet[1] sur *L'œuf et les facteurs de l'ontogenèse* se double d'un succès moral. Réfugié à Paris après l'invasion de la Belgique, le professeur d'Anatomie de Bruxelles a rédigé et publié en 1917 les remarquables conférences qu'il avait faites au Collège de France. Ce petit livre richement documenté est à la fois une excellente mise au point des principaux travaux d'Embryologie causale, mais aussi un point de départ pour des recherches nouvelles dans des directions très variées.

Dans les lignes qui vont suivre, le livre de Brachet nous servira de guide dans l'analyse et le classement des travaux concernant les facteurs de l'ontogenèse.

I. — Reproduction agame et reproduction sexuée

Dès le début de son livre, Brachet expose les analogies et les différences entre la reproduction sexuée et la reproduction agame, qui assurent l'une ou l'autre la continuité de la vie de tous les êtres. La reproduction agame coexiste toujours avec la reproduction sexuée; elle n'est, dit Brachet, qu'une phase épisodique de la vie de l'individu. Ce sont sans aucun doute les variations du milieu extérieur qui sont la cause de ces variations. Il semble que la reproduction asexuée soit conditionnée par une nutrition abondante et durable, une croissance rapide et une vie large, ou bien inversement par des variations de la température, des altérations chimiques du milieu ou de la nourriture. Le résultat identique de ces influences contraires est dû à un mécanisme dont la découverte est récente, mais qui commence à être bien connu: c'est l'*isolement physiologique* des parties d'un être, qui, n'étant plus soumises aux corrélations dominantes des autres organes, sont capables de révéler des potentialités telles que la *reproduction* ou la *régénération*.

Ces considérations ont été développées dans les nombreux travaux de C. M. Child[1], qui, par de multiples expériences dont la plupart ont porté sur des Planaires, a bien mis en évidence les corrélations entre les diverses parties d'un même être : Des organes ou des régions tiennent sous leur dominance tout le reste de l'individu, sans doute sous l'influence d'une transmission d'énergie chimique. Le foyer le plus actif de ce métabolisme est constitué par la tête; ce qui se comprend facilement si l'on admet avec Child l'influence du système nerveux dans le transport de cette énergie chimique. Le degré de l'activité métabolique va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne du système nerveux central, de la tête vers la queue, de la région dorsale vers la région ventrale, du moins chez les Vertébrés.

Par différentes expériences faites sur des Planaires avec des excitants chimiques variés, Child est arrivé à apprécier la valeur et l'étendue de l'influence du foyer métabolique maximum. Au delà de cette limite, l'isolement physiologique des parties existe et la reproduction agame est possible.

Dans une série d'expériences fort bien conduites sur les germes très jeunes d'œufs d'Oiseaux, Rabaud[2] a montré qu'avant l'apparition de la circulation vitelline il y a indépendance physiologique entre les différentes parties de l'embryon; la destruction de l'une d'elles n'a à

1. Brachet : L'œuf et les facteurs de l'ontogenèse. *Bibliothèque de Biologie générale de l'Encyclopédie scientifique*. O. Doin, Paris, 1917.

1. C. M. Child : Die physiologische Isolation von Teilen des Organismus als Auslösungsfaktor der Bildung neuer Lebewesen und der Restitution. *Vorträge und Aufsätze ub. Entwick. mech. d. Organ.*, 1911.

— Studies on the dynamic of morphogenesis and inheritance in experimental reproduction. *Archiv f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXXVII; 1913.

— Certain dynamic factors in experimental reproduction and their significance for the problems of reproduction and development. *Archiv f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXXV; 1913.

— A dynamic conception of the organic individual. *Proceed. of the National Acad. of Sciences of the U. S. of America*, 1915.

2. E. Rabaud : Les phénomènes respiratoires et les corrélations physiologiques chez l'embryon d'oiseau. *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, série IX, t. X, 1908.

ce moment aucune influence sur les autres. Recherchant l'influence de la pression localisée sur les germes d'Oiseaux, Rabaud avait été amené à les recouvrir d'un petit fragment de lamelle de verre. Toute la partie couverte meurt par privation d'oxygène ; le reste se développe normalement. En substituant au verre un fragment de coquille poreuse, le développement est normal; la compression pure est sans effet. L'embryon emprunte donc directement à l'air ambiant l'oxygène dont il a besoin, sans l'intermédiaire du jaune ou d'une autre partie de l'œuf. Le retentissement des ébauches les unes sur les autres s'établit par divers milieux internes; ces milieux créent les différenciations, mais ne président pas à la répartition des substances nutritives. En dehors des relations physiologiques, il s'établit un équilibre stable d'où résulte la forme de l'organisme. Les corrélations physiologiques ne paraissent pas se confondre avec les corrélations embryologiques, du moins en ce qui concerne les échanges de matériaux.

En ce qui concerne les animaux unicellulaires, les expériences de mérotomie dans lesquelles on découpe des portions nucléées d'Infusoires montrent que l'isolement physiologique d'une partie de la cellule est suivi de la reconstitution de l'élément en totalité. L'œuf, d'après Brachet, ne se comporte pas autrement qu'un organisme unicellulaire où entrent en jeu les corrélations fonctionnelles.

Dans la reproduction sexuée, l'acte de la fécondation est le fait de cellules à potentialités spéciales, qui s'isolent dès la segmentation de l'œuf et sont disjointes en éléments mâles et femelles. Il s'agit là encore d'un isolement physiologique dont le mécanisme est inconnu. Il est, par contre, certain que la conjugaison des cellules est nécessaire à la continuité de la vie, qu'il s'agisse d'Infusoires ou de Métazoaires ; la reproduction sexuée est la conclusion normale de la vie de tout être; la reproduction agame n'est qu'un épisode lié à certaines conditions extérieures.

II. — Conditions de la fécondation

Passant en revue les phénomènes de la fécondation, Brachet examine les raisons pour lesquelles la pénétration de l'œuf est limitée à un spermatozoïde ou à quelques-uns seulement; une autre question, qui se pose également, est celle-ci : pourquoi, dans la polyspermie physiologique, un seul spermatozoïde déclanche-t-il les phénomènes résultant de la fécondation ?

Au moment où la cellule mâle pénètre dans l'œuf, ce dernier se rétracte et expulse un *liquide périvitellin*. Il est possible, comme le pense Bataillon, que ce liquide soit légèrement agglutinant pour les spermatozoïdes qui viennent ensuite, mais lorsque les enveloppes de l'œuf sont déchirées et que le liquide périvitellin s'écoule, les mêmes phénomènes se produisent.

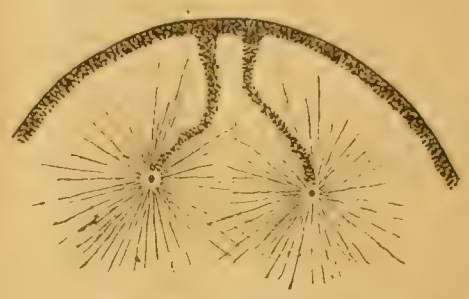


Fig. 1. — *Energides spermatiques se repoussant dans un œuf polyspermique de Grenouille.*

Les deux traînées pigmentaires indiquent le chemin suivi par les spermatozoïdes (d'après Brachet).

L'emploi de sperme très concentré amène chez la Grenouille une polyspermie qui a permis à

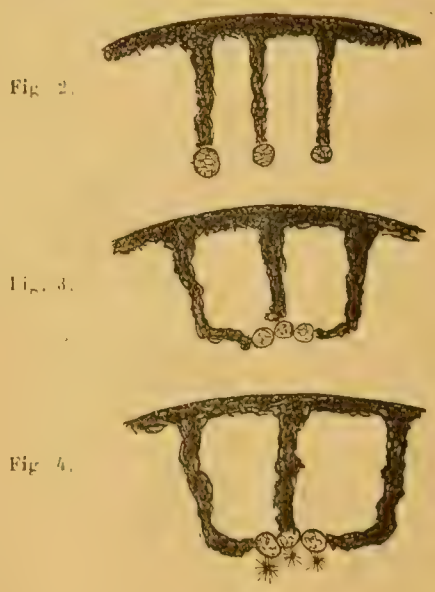


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 2, 3 et 4. — *Noyaux spermatiques ayant pénétré dans un œuf de Grenouille très fortement polyspermique.*

L'attraction entre ces pronuclei mâles se produit avant que leurs énergides ne se soient manifestées (d'après Brachet).

Brachet[1] et à Herlant[2] une analyse très fouillée de ces phénomènes.

Les nombreux spermatozoïdes qui pénètrent ainsi dans l'œuf donnent naissance à des *énergides* qui se repoussent réciproquement; leurs

1. A. Brachet : La polyspermie expérimentale comme moyen d'analyse de la fécondation. *Archiv f. Entwicklungsmech. d. Organ.*, Bd. XXX ; 1910.

2. M. Herlant : Recherches sur les œufs di- et trispermiques de Grenouille. *Archives de Biologie*, t. XXVI ; 1911.

irradiations sont séparées par une sorte de zone neutre. Chaque énergide est impénétrable pour un nouveau spermatozoïde (fig. 1).

Dans les œufs où le cytoplasme est relativement peu abondant, la polyspermie atteint très vite une limite qui ne peut être dépassée. Dans les conditions normales de la fécondation, le sperme est beaucoup plus dilué ; l'énergide qui se forme lors de la pénétration du spermatozoïde

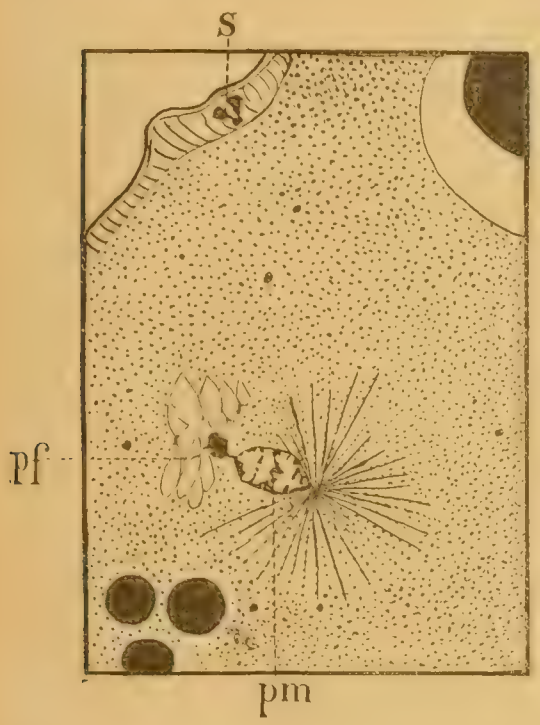


Fig. 5. — *Irradiation astérienne se développant à côté d'un fragment de tête de spermatozoïde pur, dans un œuf de* Nereis *centrifugé au moment de la fécondation.*

S, autre portion de la tête du spermatozoïde, avec le centrosome mâle, inclus dans la membrane de l'œuf, en dehors du cytoplasme ovulaire ; *pf*, noyau de l'œuf (pronucleus femelle) (d'après Lillie).

prend assez vite des dimensions suffisantes pour s'opposer à l'arrivée d'autres spermatozoïdes.

Ce sont les centrosomes des spermatozoïdes qui déterminent la formation des énergides ; les centrosomes ont donc tendance à se repousser, tandis que les noyaux s'attirent réciproquement. La fusion du noyau du spermatozoïde ou *pronucleus mâle* avec le noyau de l'œuf ou *pronucleus femelle* est possible parce que ce dernier noyau est dépourvu de centrosome et partant ne forme pas d'énergide. Il semble que ce soit une loi générale bien mise en évidence par Brachet que celle de l'attraction réciproque des noyaux de sexe quelconque qui prennent, dans un cytoplasme ovulaire commun, l'aspect fonctionnel de pronuclei. Bien avant que l'irradiation partie des centrosomes ne se manifeste, il arrive que, dans des œufs fortement polyspermiques, les noyaux provenant de la tête de cellules mâles se gonflent, s'attirent et se fusionnent (fig. 2,3,4).

D'autre part, la formation de l'aster des énergides autour du centrosome spermatique n'est peut-être pas un phénomène absolument général. F. R. Lillie [1] centrifuge des œufs de *Nereis* dans le cytoplasme desquels la tête du spermatozoïde commence à s'enfoncer. Dans ces conditions, le spermatozoïde se brise et son centrosome ne pénètre pas dans l'œuf ; pourtant il se produit une énergide à côté du pronucleus mâle (fig.5). On verra du reste plus loin que, dans les expériences de Bataillon, des irradiations astériennes se forment dans des œufs où des débris variés ont été introduits par de fins stylets de verre ou de platine. Ces irradiations sont considérées par Brachet comme étant une coagulation temporaire des colloïdes cytoplasmiques suivant des lignes radiées et ne constituant nullement un organe permanent de la cellule composé de filaments réels.

III. — Physiologie de l'œuf

Sous ce titre, Brachet examine l'état actuel de nos connaissances sur les manifestations caractéristiques de la vie dans la cellule-œuf arrivée à maturité. Cette cellule meurt si le phénomène de la fécondation ou un phénomène analogue ne se produit pas. L'œuf arrivé à l'équilibre de maturation, suivant l'expression de Fauré-Frémiet, est en état de vie latente ; abandonné à lui-même, il subit une agonie d'autant plus prolongée qu'il est moins en contact avec l'oxygène.

De nombreux cytologistes : R. Hertwig, Popoff, Child ont comparé l'œuf mûr aux Infusoires en état de dépression ou de sénilité et dont la conjugaison amènera le rajeunissement comme l'a montré Maupas. Cette sénilité de la cellule-œuf se traduirait par une imperméabilité presque totale. La fécondation rétablit cette perméabilité. De même, Bataillon a montré que l'œuf mûr est en hypertension osmotique. La rétraction de l'œuf lors de la fécondation et l'expulsion du liquide périvitellin amènent une déshydratation de l'œuf et un abaissement de sa tension osmotique.

En outre, le liquide périvitellin expulsé est chargé de déchets et surtout d'acide carbonique. L'œuf en état d'équilibre de maturation était une cellule qui asphyxiait, la fécondation lui permet de se désintoxiquer. L'œuf fécondé est à

1. F. R. Lillie : Studies on fertilization in *Nereis*. *Journal of experimental Zoology*, t. XII ; 1912.

nouveau perméable, il expulse les déchets accumulés dans son cytoplasme. Ces excreta n'apparaissent pas toujours comme un liquide périvitellin, mais peuvent se retrouver aussi, comme l'a montré Fauré-Frémiet, dans la membrane de l'œuf fécondé.

Tout ce côté de la physiologie de l'œuf mûr est à l'heure actuelle encore peu connu. Le sens dans lequel ont été surtout dirigées les recherches est celui que Brachet nomme la *morphologie causale;* c'est le problème de la forme envisagé au point de vue actuel, en le dégageant de toute préoccupation phylogénétique. C'est à ce propos que se pose la question de la valeur respective des cellules sexuelles mâles et femelles.

Les expériences de mérogonie montrent qu'un fragment anucléé d'œuf peut être fécondé et donner naissance à une larve normale. La mérogonie peut être associée à une fécondation croisée. Ainsi un fragment anucléé de cytoplasme d'œuf d'Oursin, pénétré par un spermatozoïde de Crinoïde, donne naissance à une larve d'Oursin et non à un embryon de Crinoïde. Le cytoplasme de l'œuf a donc une véritable potentialité ontogénique ; ce n'est pas seulement une réserve de matériaux destinés à la naissance du germe. Ces expériences de mérogonie avec fécondation croisée montrent bien que, dans le développement d'un fragment anucléé d'œuf sous l'influence d'une tête de spermatozoïde étranger, il n'y a pas, comme le pensait Giard, une parthénogenèse mâle, pas plus que le noyau de l'œuf n'est le seul substratum des qualités héréditaires maternelles.

D'autre part, les observations de polyspermie dans l'œuf de Grenouille faites par Brachet et Herlant ont montré que la destinée d'un spermatozoïde ou même d'un noyau quelconque est sous la dépendance absolue de la qualité du cytoplasme dans lequel il se trouve plongé. Le spermatozoïde est avant tout un agent de division. Les cellules sexuelles mâles et femelles sont donc loin d'avoir la même potentialité, comme on le croyait il y a encore peu de temps.

Dans la parthénogenèse expérimentale, l'équilibre de maturation de l'œuf est rompu et, le mécanisme étant déclanché, suivant l'expression de Delage, le développement se poursuivrait jusqu'à l'état adulte, si les conditions d'élevage des larves en captivité n'étaient pas habituellement défectueuses.

Les nombreuses expériences de parthénogenèse expérimentale prouvent qu'à l'inverse du spermatozoïde l'œuf possède la potentialité de former un organisme nouveau. La fécondation n'est autre chose que l'acte qui, grâce à la pénétration du spermatozoïde, fait sortir l'œuf vierge de son état d'inertie. Il ne semble pas que l'œuf non encore mûr possède les potentialités ontogéniques que la fécondation met en évidence. Comment apparaissent ces potentialités et à quel moment, le problème est seulement posé à l'heure actuelle.

IV. — Manifestations dynamiques de la fécondation

Sous ce titre, Brachet analyse les transformations principales qui se produisent dans l'œuf qui a perdu son équilibre de maturation lors de la pénétration d'un spermatozoïde.

Les expériences de parthénogenèse expérimentale et de mérogonie ont bien démontré que l'acte essentiel de la fécondation n'est pas la fusion des noyaux mâle et femelle, comme on l'avait cru à la suite de la découverte de Van Beneden. De plus, le pronucleus mâle n'a pas pour seul rôle l'apport d'un certain nombre de caractères héréditaires; le premier résultat de l'amphimixie, c'est de doubler la quantité de chromatine du noyau de l'œuf. Or on sait actuellement qu'il y a une relation entre la masse nucléaire et la longueur du fuseau de la division mitotique. La fusion des deux pronuclei a comme conséquence immédiate l'allongement du fuseau de la première division. Une plus grande quantité de cytoplasme est ainsi intéressée dans cette première caryocinèse et les deux premiers blastomères peuvent s'isoler régulièrement et suffisamment aux dépens de la volumineuse cellule-œuf (fig 6 et 7).

Brachet considère comme faisant aussi partie des *actes* de la fécondation, la détermination du sexe. Depuis longtemps, on soupçonnait que le sexe était déterminé par la fécondation. La question a fait un grand pas avec la découverte du dimorphisme des éléments sexuels mâles. Tous les pronuclei femelles comportent le même nombre de chromosomes, tandis que chez un grand nombre d'animaux, peut-être même chez l'homme, d'après von Winiwarter[1] (fig 8 et 9), il se forme en nombre égal deux espèces de spermatozoïdes, qui se distinguent par la présence chez les uns d'un *chromosome accessoire* ou *hétérochromosome* (fig 10 et 11). Le dimorphisme spermatique paraît une généralité, et si l'œuf mûr a déjà son sexe déterminé par sa constitution même, comme le pense Caullery par exemple, la fécondation est susceptible de le maintenir ou de le changer suivant qu'il pénètre dans l'œuf un spermatozoïde de l'une ou de l'autre espèce.

1. H. von Winiwarter : Etudes sur la spermatogenèse humaine. *Archives de Biologie*, t. XXVII ; 1912.

En ce qui concerne l'apport de caractères paternels par le spermatozoïde, Brachet et son élève Herlant ont fait de très curieuses constatations sur des larves polyspermiques de Grenouille. Dans ces têtards, la fraction normale

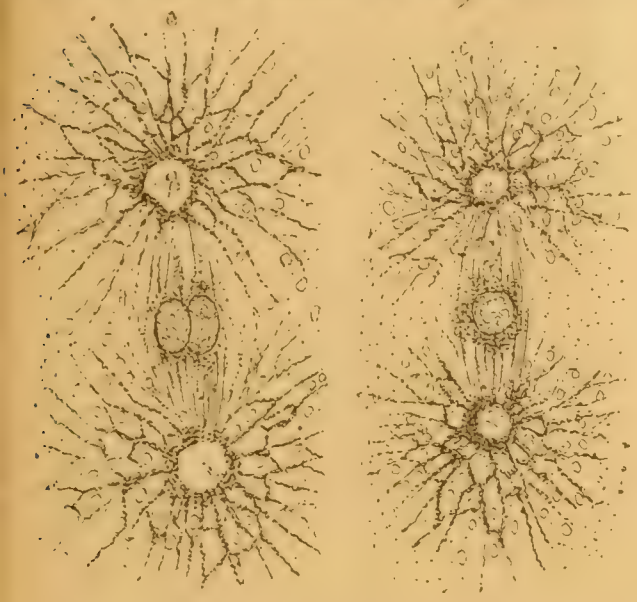


Fig. 6 et 7. — *Figures caryocinétiques d'un amphicaryon et d'un monocaryon ou noyau spermatique, dessinées au même grossissement.*
Le fuseau du monocaryon est plus petit que celui des deux pronuclei fusionnés (d'après Herlant).

du corps qui possède des cellules à noyaux volumineux provenant de la conjugaison des pronuclei est indiquée par le nombre de spermatozoïdes ayant pénétré et survécu dans l'œuf.

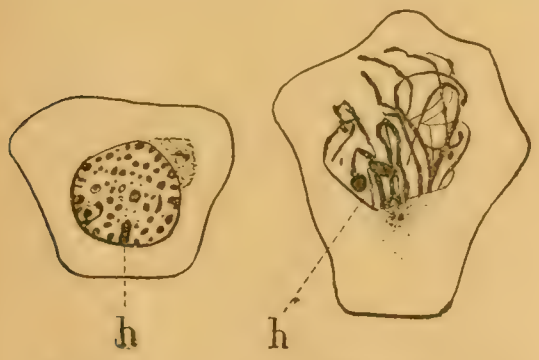


Fig. 8 et 9. — *Spermatocytes humains montrant l'hétérochromosome* h (d'après von Winiwarter).

Ainsi, dans une larve dispermique, une moitié du corps est normale; dans une larve pentaspermique, un cinquième seulement du têtard possède des cellules normales Les autres éléments sont formés par la prolifération des spermatozoïdes en surnombre.

Le développement de pareilles larves est des plus intéressant; les observations de Herlant sur les œufs di et trispermiques de Grenouille sont à ce point de vue particulièrement remarquables.

Pendant la gastrulation, période de formation

Fig. 10 et 11. — *Divisions de spermatides de* Locusta viridis *avec et sans hétérochromosome* x.
(D'après O. L. Mohr, figures empruntées au livre de M. Brachet.)

des feuillets germinatifs, et pendant l'édification des principaux organes de la larve, l'allure du développement n'est nullement modifiée

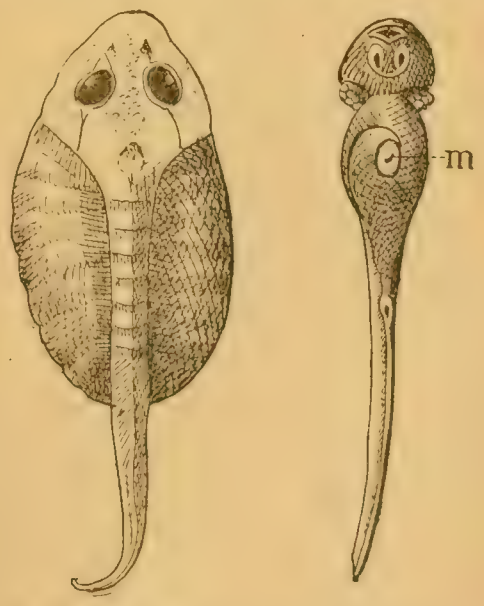


Fig. 12. — *Têtard dispermique âgé de 93 jours* (d'après Herlant).
Fig. 13. — *Têtard trispermique de 10 jours.* *m*, masse nécrosée en voie d'élimination (d'après Herlant).

par la polyspermie. *Amphicaryons* ou blastomères dérivés de la segmentation du noyau amphimixique, et *monocaryons* ou pseudoblastomères qui proviennent des divisions

successives des noyaux spermatiques non employés à la fécondation s'accordent parfaitement au début.

Ces pseudo-blastomères d'origine uniquement paternelle sont plus petits et plus fragiles que les cellules normales; ils sont aussi plus fragiles dès l'origine et présentent des manifestations de nécrose. Suivant la place où se produisent ces phénomènes de mort cellulaire, la

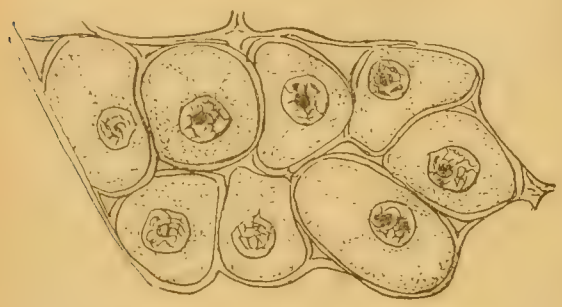


Fig. 14. — *Cellules cartilagineuses provenant des amphicaryons chez un embryon trispermique de Grenouille âgé de 10 jours* (d'après Herlant).

gastrula est possible ou non. Dans ce dernier cas, la larve ne poursuit pas son développement et meurt. Brachet également avait reconnu que

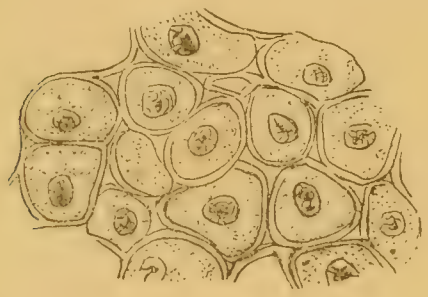


Fig. 15. — *Cellules cartilagineuses du même embryon provenant de monocaryons* (d'après Herlant).

pour les œufs polyspermiques la gastrula était le *stade critique*.

Les larves polyspermiques qui franchissent cette phase décisive ont un aspect un peu différent des larves normales (fig. 12 et 13); les unes sont plus globuleuses, les autres présentent une asymétrie marquée ou des anomalies apparemment graves: anus double, occlusion des yeux, absence des membres postérieurs, etc.

D'après les dimensions des noyaux des tissus de ces larves, on peut toujours facilement reconnaître d'où ils proviennent: de monocaryons ou d'amphicaryons (fig. 14 et 15). Cette asymétrie d'ordre microscopique s'accompagne d'asymétries plus ou moins considérables de valeur plus grande, souvent même macroscopique, entre les différents organes ou les diverses parties de la larve. Certaines ébauches d'organes sont non seulement plus petites, mais incomplètes. Herlant a vu par exemple le cristallin faire défaut dans l'ébauche oculaire formée par les monocaryons, malgré la présence d'une rétine sans anomalie appréciable (fig. 16).

En tout cas, plus la partie normale de la larve est réduite, plus vite la mort se produit, même lorsque l'aspect extérieur de la larve est presque totalement typique. Les causes de cette fragilité du têtard n'apparaissent pas au premier abord.

Fig. 16. — *Coupe transversale de la tête d'un têtard trispermique de 54 jours.*

L'œil droit formé par les monocaryons est plus petit que le gauche et ne possède point de cristallin (d'après Herlant).

Il ne semble pas que le seul fait d'avoir des organes plus petits ou des régions moins développées détermine une moindre vitalité.

Brachet nous propose dans un premier travail deux hypothèses, dont il a définitivement adopté la seconde lors de la publication de son livre sur les facteurs de l'ontogenèse.

Voici quelles sont ces deux suppositions :

La première attribue la mort rapide des larves polyspermiques à l'insuffisance de chromatine dans les monocaryons, ou noyaux purement spermatiques, qui ne contiennent que la moitié du nombre normal des chromosomes. Cette hypothèse s'appuie sur les nombreuses dégénérescences par nécrose des monocaryons dans le cours du développement des têtards polyspermiques.

La seconde hypothèse, la plus séduisante, fait remarquer l'hétérogénéité qui résulte des propriétés individuelles de multiples spermatozoïdes. Ainsi est produite une *disharmonie* incompatible avec la continuation du développement et le fonctionnement coordonné des tissus

et des organes. L'embryon, suivant l'expression de Herlant, succomberait parce que sa *paternité* est multiple.

Ainsi Brachet nous fait saisir le moment précis où l'influence spécifique du spermatozoïde commence à se manifester. Les caractères individuels, les variations que l'on peut observer pendant la segmentation, la gastrulation, la fermeture du blastopore et la formation des organes axiaux de l'embryon, seraient donc d'origine uniquement maternelle et nullement en rapport avec l'action de la cellule sexuelle paternelle.

Quelques exemples de ces variations sont donnés par Brachet [1] : Dans le développement des Amphibiens anoures, la cavité archentérique peut confluer avec la cavité de segmentation ou se substitue progressivement à elle. Tous les œufs d'une même ponte évoluent suivant l'une de ces modalités, à l'exclusion de l'autre. Brachet, pour expliquer ces variantes, admet que la différence de tension osmotique entre le liquide archentérique et celui de la cavité de segmentation est sensiblement la même dans tous les œufs d'une même femelle fécondés par le même mâle. Cette différence de tension peut s'élever ou s'abaisser légèrement dans d'autres pontes fécondées par d'autres mâles.

Dans tous les œufs de certaines pontes de *Rana fusca*, Brachet a trouvé un petit prolongement qui part de la crête ganglionnaire, ébauche des ganglions annexés aux nerfs craniens. Ce petit prolongement longe les faces latérales du tube nerveux comme une véritable ébauche ganglionnaire spinale. Il y a donc dans les œufs fécondés de certaines femelles un tactisme qui attire, dans la tête, certaines cellules de la crête neurale comme dans toute l'étendue du tronc.

Dans d'autres cas, il est possible de faire remonter l'origine de la variation jusqu'aux propriétés de l'œuf vierge. Ainsi, dans les œufs de Grenouille rousse, une heure et demie à deux heures après la pénétration du spermatozoïde, il se forme dans une moitié de l'hémisphère inférieur un croissant grisâtre. Si l'on divise en plusieurs lots les œufs d'une même femelle et que l'on féconde chaque lot avec le sperme d'un mâle différent, le croissant gris se forme dans tous ces œufs au même moment et avec le même aspect. C'est donc dans l'œuf seul que se trouve l'origine de cette variation. Bien plus, le croissant gris des œufs parthénogénétiques est absolument identique à celui des œufs fécondés de la même ponte.

1. Brachet : Variations individuelles précoces au cours du développement embryonnaire. *C. R. de la Société de Biologie*, tome LXXIX ; 1916.

Dans certains cas, le spermatozoïde peut être cause d'une variation précoce : Des œufs de Grenouille sont placés dans de mêmes conditions extérieures, puis fécondés par le sperme de mâles différents. Les œufs pénétrés par les spermatozoïdes d'un même mâle commencent à se segmenter au même moment. Il y a ainsi des écarts assez considérables suivant les spermes, écarts pouvant aller jusqu'à une demi-heure.

Ce qui fait la valeur de toutes ces variations, dit Brachet, c'est qu'il est possible d'en analyser le mécanisme et qu'elles présentent toutes une valeur d'ordre purement quantitatif, susceptible de mesure exacte.

Les observations de Brachet sont à rapprocher de celles de K. Peter [1] qui ont porté sur des Echinodermes et des Ascidies. Les résultats obtenus se résument ainsi. L'amplitude et la nature des variations sont identiques pour chaque espèce et pour chaque organe; il est possible de les préciser pour chaque stade du développement. Dans l'ensemble, l'amplitude des variations est d'autant plus considérable qu'on s'adresse à de plus jeunes stades. Certains facteurs : température, corps chimiques, sont capables d'action sur l'amplitude de la variation en l'augmentant ou en la diminuant. Les variations sont surtout remarquables par la comparaison d'embryons d'origine différente et sans parenté. Les variations embryonnaires suivent les même lois que celles des organismes adultes.

En ce qui concerne l'hérédité, Brachet se range parmi les cytologistes qui ne lui reconnaissent pas un substratum morphologique unique. « L'hérédité, dit-il, trouve son expression tout entière dans la composition physique et chimique des cellules. En somme, l'hérédité est l'ensemble de *toutes* les propriétés de l'œuf fécondé; son substratum c'est *tout* ce qui participe à leur réalisation. »

Comme exemples de *manifestations dynamiques de la fécondation*, Brachet rapporte d'intéressantes observations faites sur les œufs de Batraciens. On sait qu'on a pu mettre en évidence dans presque tous les œufs des localisations germinales. La manifestation extérieure de ces localisations est une polarisation très marquée de l'œuf. Ainsi l'un des pôles de l'œuf de Grenouille est noir et l'autre est blanchâtre. Le point expérimentalement variable où pénètre le spermatozoïde dans un de ces œufs détermine la position du plan médian, plan de symétrie bilatérale de la larve.

1. K. Peter : Experimentelle Untersuchungen über individuelle Variation in der eierischen Entwicklung. *Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Org.*, Bd. XXVII ; 1909.

Au moment où l'œuf est mis en contact avec le sperme, ou bien jusqu'à 40 minutes plus tard, si l'on détruit une portion de cet œuf le développement n'est pas entravé; en opérant au bout d'une heure, on obtient une larve asymétrique. Une heure et demie plus tard, la même expérience donnerait une larve incomplète; la destruction d'une partie de l'œuf provoque l'absence totale de la région correspondante de l'embryon.

Ces expériences ne démontrent pas que l'œuf de Grenouille est dépourvu de localisations germinales, mais que la fécondation remanie et stabilise ces localisations primitives. Les localisations germinales ovulaires sont vagues et instables, celles que détermine le spermatozoïde lors de la fécondation de l'œuf sont fixes et définitives. C'est là principalement ce que Brachet nomme manifestations dynamiques de la fécondation. Les observations de Fauré-Frémiet[1], dont nous avons parlé dans la précédente revue d'Embryologie, tendraient à démontrer que ces manifestations se rapportent à un abaissement de la tension superficielle du contenu de l'œuf.

V. — Fécondation et parthénogenèse

Lors de la fécondation, le spermatozoïde apporte à l'œuf un centrosome autour duquel se produit une irradiation de filaments cytoplasmiques qui servent à l'édification de la première division de segmentation. Dans la parthénogenèse artificielle, il se produit également une *énergide*, suivant l'expression de Brachet. Cette manifestation, qui prouve que l'œuf sort de son état d'inertie, n'est bien entendu autre chose qu'une énergide femelle.

La formation d'une ou de plusieurs de ces énergides paraît se faire avec la plus grande facilité dans l'œuf. C'est ce que montrent les expériences de Bataillon dans lesquelles des débris de noyaux ou des éléments cellulaires sont introduits à l'intérieur d'œufs de Batraciens. Tout autour de ces différents corps étrangers se forment des énergides, qui diminuent d'autant la masse de protoplasme ovulaire que l'énergide femelle aura pour tâche de diviser lors de la segmentation (fig. 17). L'influence de certaines substances chimiques peut suffire à provoquer l'apparition de multiples énergides dans le cytoplasme ovulaire. C'est ce que montrent les expériences de Mc Clendon[2] sur des œufs d'Astérie où le pronucleus femelle était détruit ou tout au moins fortement altéré. Ces œufs étaient soumis à l'action de l'eau de mer et de l'acide carbonique, puis replacés dans de l'eau de mer pure. Dans ces conditions, il apparaît de multiples énergides et il se produit une sorte de segmentation dont la mort de l'œuf empêche la continuation.

Dans la fécondation normale, l'augmentation de la chromatine due à l'apport du pronucleus mâle permet une extension suffisante du fuseau de la première division de l'œuf. Le procédé de parthénogenèse expérimentale de Bataillon, par piqûre de l'œuf et introduction d'éléments cellulaires quelconques au bout du stylet, permet

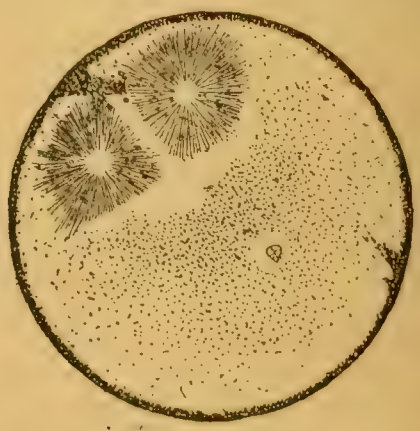


Fig. 17. — *Œuf de Grenouille piqué avec un stylet, suivant la méthode de Bataillon.*

On remarque nettement les deux énergides développées à l'endroit piqué et la trace pigmentée du stylet qui les sépare; à droite du centre, on aperçoit le noyau de l'œuf (pronucleus femelle).
(D'après Herlant, figure empruntée au livre de Brachet.)

la division totale de l'œuf en limitant la zone de cytoplasme où s'exerce l'action de l'énergide ovulaire.

Un autre moyen qui permettrait la division suffisante de l'œuf dans la parthénogenèse expérimentale serait l'augmentation de la chromatine de l'œuf, et c'est sans doute ce qui se passe dans certaines expériences avec des corps chimiques. Ainsi Delage a constaté un doublement du nombre des chromosomes sous l'influence d'acides ou du tanin.

Les expériences de parthénogenèse expérimentale, telles que celles pratiquées par Bataillon en piquant des œufs, mettent en outre en évidence des manifestations dynamiques identiques à celles de la fécondation. Des localisations germinales et la symétrie bilatérale, invisibles jusqu'alors, apparaissent ainsi. Il en est de même en *activant* l'œuf par des produits chimiques (Herlant). Par contre, dans la piqûre de l'œuf, il n'y a aucune corrélation entre le point

1. Fauré-Frémiet : Le cycle germinatif chez l'*Ascaris megalocephala*. *Archives d'Anatomie microscopique*, t. XV; 1913.

2. F. Mc Clendon : The segmentation of *Asterias forbesii* deprived of chromatin. *Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organ.*, Bd. XXVI; 1908.

d'entrée du stylet et le plan de symétrie bilatérale de la larve.

Il y a donc, d'après Brachet, une mosaïque de potentialités dans l'œuf de Grenouille. La parthénogenèse expérimentale met en évidence ces potentialités, que la fécondation remanie et déplace.

Brachet rapporte ensuite des observations fort curieuses de fécondation croisée dans lesquelles le noyau du spermatozoïde étranger se fusionne vraiment au pronucleus femelle. Le développement commence, puis le germe subit une sorte de crise au cours de laquelle la chromatine mâle est expulsée des noyaux. Lorsque la larve surmonte cette crise, le développement continue normalement.

Dans d'autres cas, la chromatine mâle n'est pas expulsée, mais le développement de la larve (Oursins ayant pour pères des Crinoïdes) ne manifeste aucune trace d'hérédité paternelle. Brachet suppose que là encore il doit y avoir un moment où se produit l'épuration des noyaux; de plus, il établit un rapprochement entre ces expulsions de chromatine et ce qui se passe dans la maturation ovulaire ou dans la formation des spermatozoïdes dimorphes.

Considérée à la lumière de tous ces faits, la parthénogenèse naturelle apparaît comme étant une *activation* de l'œuf dont l'origine peut être très variable. D'une façon presque absolue, la parthénogenèse naturelle ne peut assurer indéfiniment la continuité de l'espèce. « La fécondation, dit Brachet, est l'aboutissant final d'une série qui se dégrade peu à peu; elle semble vraiment sauver l'espèce de l'extinction totale. » Pourtant, dans certaines conditions de milieu, il semble que la reproduction parthénogénique puisse devenir indéfinie.

VI. — Signification de la segmentation

Le développement de l'œuf étant commencé, quelle est la signification que possède la segmentation? C'est uniquement un morcellement de l'œuf, sans aucune valeur formative. Il n'y a dans ce moment du développement aucune création et aucun déplacement de localisations germinales. A ce sujet se pose la question des rapports du premier plan de segmentation avec le plan de symétrie bilatérale de la larve.

Les expériences de Brachet à ce sujet sont des plus remarquables : Quelle que soit, dans l'œuf fécondé de Grenouille, l'orientation des premiers plans de segmentation par rapport au plan de symétrie bilatérale, ce dernier se maintient dans tout le cours du développement.

La segmentation ne change rien aux localisations germinales. Les premiers stades du développement apparaissent ainsi comme préparant les différenciations ultérieures des blastomères, en donnant aux cellules de l'embryon la taille normale des cellules de chaque espèce par un véritable émiettement de la volumineuse cellule-œuf.

Chaque blastomère découpé par la segmentation possède une *potentialité réelle*, qui correspond au rôle qu'il joue dans un développement typique de l'embryon. La *potentialité totale* correspond à des propriétés dont habituellement rien ne trahit l'existence. Cette dernière potentialité est très variable suivant les animaux; chez les uns elle est infime, chez d'autres elle est telle qu'un des premiers blastomères est capable de donner à lui seul une larve totale.

Pour que la potentialité totale ait tout son effet, il est nécessaire que le blastomère possède des ressources matérielles nécessaires et que la répartition de ces ressources puisse être remaniée pour constituer un état d'équilibre analogue à celui de l'œuf. La polyembryonie n'est autre qu'un cas où la potentialité réelle et la potentialité totale se superposent.

Comme conclusion, Brachet examine diverses hypothèses sur la nature physico-chimique des localisations germinales. Pour lui, l'*idioplasme* est synonyme de protoplasme de l'œuf, cellule type de chaque espèce animale.

Le protoplasme fondamental de l'espèce se transformera dans la majorité des cellules sous l'impulsion des corrélations entre les divers tissus et organes de l'être vivant. L'empreinte des corrélations, moins accentuée dans les produits sexuels ou dans les organes formateurs de bourgeons, permettra aux éléments cellulaires en question de revenir à l'état typique sous l'influence de circonstances favorables.

Nous quitterons maintenant le guide que constituait pour nous le livre de Brachet pour examiner, dans une seconde partie, quelques travaux qui ne rentrent pas dans son cadre.

Dr A. Weber,
Professeur d'Anatomie,
aux Universités de Genève et d'Alger.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Knibbs (G. H.), *Commonwealth Statistician.* — **The mathematical Theory of Population, of its character and fluctuations, and of the factors which influence them.** (*Appendix A, vol. I, of the Census of the Commonwealth of Australia.*) — *1 vol. in-4° de 466 p. avec 107 fig. Commonwealth Bureau of Census and Statistics, Melbourne*, 1918.

Le travail considérable publié par notre excellent collègue M. Knibbs est une monographie servant d'appendice au Rapport sur le Recensement de l'Australie de 1910.

L'étude des nombreux documents qu'il a pu recueillir lui a donné l'idée de réunir les éléments d'une théorie mathématique de la population et de faire l'analyse des différents aspects des phénomènes vitaux.

On peut distinguer, dans le travail de M. Knibbs, deux parties principales : une partie purement technique et une partie concernant les applications pratiques.

M. Knibbs a divisé son étude en 18 chapitres dont chacun d'eux forme un tout qui aurait pu être publié à part.

PREMIÈRE PARTIE : THÉORIE

I. — Dans l'introduction, M. Knibbs rappelle les prédictions de Watson relatives à l'accroissement de la population des Etats-Unis et montre par cet exemple l'importance, au point de vue économique, de l'étude du problème de la variation de population.

Il ne suffit pas évidemment d'examiner ce qu'a été le passé, mais il faut essayer de déduire de cet examen ce que sera l'avenir, et c'est pour cette raison qu'il convient d'employer toutes les ressources scientifiques dont on peut disposer, en particulier les procédés d'Analyse mathématique qui paraissent parfaitement convenir à des extrapolations dont on peut mesurer les erreurs.

La nature du mouvement de la population est très complexe : en se bornant à une courte énumération, on distingue les causes de variation suivantes : taux de natalité, taux de mortalité, migrations, épidémies, modifications des mœurs, changement des conditions économiques provenant des effets naturels, etc.

L'étude des populations est donc excessivement ardue, car on doit s'attacher à rendre clairement les caractéristiques des fluctuations diverses, à définir leurs causes et leurs effets, à déterminer les moyennes, les taux, etc., à faire les interprétations des valeurs trouvées, à extrapoler dans les limites convenables les résultats trouvés et enfin à mettre en relief les caractères variables de la population.

II. — L'étude mathématique des divers types de mouvement de population peut se faire en supposant soit un taux de variation constant, soit un taux variable selon une fonction du temps; le second chapitre de l'ouvrage de M. Knibbs est consacré à cette étude, qui est complétée par l'indication des divers facteurs ayant une influence séculaire sur le taux d'accroissement de la population. M. Knibbs est ainsi conduit à donner quelques indications sur les variations probables du taux pendant de longues périodes, exprimées par des séries contenant des termes exprimés en fonction trigonométrique du temps; M. Knibbs passe également en revue les modifications qui peuvent être apportées par l'homme dans les territoires nouveaux, les effets importants des migrations, et il arrive à calculer une courbe exponentielle exprimant la variation du taux d'accroissement considéré comme fonction du temps.

Il en fait une application en considérant pour le passé l'accroissement intrinsèque de différentes populations pendant la période 1790-1910 et la variation effective des taux d'accroissement (sauf pour l'Irlande) de ces mêmes populations.

Il est intéressant de rappeler les diverses évaluations que l'on a faites de la population du monde.

Vers le milieu du XVIIIe siècle, les évaluations varient de 500 millions (Struyck) à 1.600 millions (Voltaire) — (il voyait grand !) — alors qu'à la même époque Susmilch arrivait à 1.100 millions.

Vers 1800, Malte-Brun comptait 640 millions contre 437 indiqués par Volney ; puis les chiffres varient peu, de 600 à 800 millions jusqu'en 1840, bien que Berghon estime la population mondiale à 1.272 millions en 1843 ; mais, à partir de 1860, les recensements se font plus exacts, les nombres paraissent plus corrects et croissent asssez régulièrement pour atteindre 1.610 millions dans l'Annuaire statistique de la France et 1.649 millions en 1914 d'après les travaux de Knibbs.

En appliquant à la population actuelle le taux de variation qu'il a calculé pour une période récente, M. Knibbs fait remarquer que le nombre actuel des humains pourrait descendre d'un seul couple à partir de l'année 132 de notre ère; si l'on appliquait le taux moyen d'accroissement de 1804-1914, il faudrait monter au temps de Darius (— 483) ; enfin si le taux d'accroissement du doublement de la population en 60 ans environ se maintenait, on arriverait dans 10.000 ans au nombre colossal de 22.184×10^{16} habitants.

Avec le taux d'accroissement de la France, qui est particulièrement faible (0,0016), il aurait fallu 12.842 années pour qu'un couple pût produire le nombre actuel d'humains.

En définitive, il résulte de cette étude que le taux de variation a subi de grandes oscillations dans le passé; mais, s'il paraît impossible de donner une indication précise sur le caractère de sa variation dans l'avenir, il semble bien que le taux actuel ne pourra être maintenu pendant une longue période; — la guerre récente vient, hélas, de confirmer les prévisions de M. Knibbs faites en 1914.

III. — Ce chapitre est consacré au calcul des constantes permettant de déterminer une courbe de variation des taux dans diverses hypothèses; les courbes examinées sont, soit des exponentielles, soit diverses courbes se rapprochant de cette forme générale : de nombreux graphiques illustrent les calculs et permettent de faire un choix approprié aux résultats obtenus dans le passé afin de pouvoir extrapoler.

IV. — L'étude de fonctions : $g = Pe^{\left(-\frac{r}{K}\right)^n}$ ou de fonctions dissymétriques analogues à une courbe de probabilité fait l'objet de ce chapitre, qui développe les résultats déjà obtenus par Palin Elderton dans son beau travail : « Frequency Curves and Correlation ».

V. — Une étude très complète des formules correspondant à des fonctions de différences successives est à signaler, car elle peut rendre de grands services dans de nombreux problèmes; elle est développée dans le chapitre V.

VI. — Le sixième chapitre est consacré à la sommation et à l'intégration, qui conduisent à des surfaces et des volumes correspondant à deux ou trois variables. Il se termine par un rappel des intégrales des fonctions Γ.

VII. — L'importance des graphiques et de l'ajustement est indiquée dans le chapitre VII, qui étudie quatre classes principales de phénomènes statistiques : la

fréquence des phénomènes à différentes époques (variation de la population, des décès, etc.); les taux de fréquence (taux de natalité, etc.); la fréquence rapportée à divers caractères (nombre de personnes par âge...); le taux de fréquence correspondant à ces caractères (taux de mortalité par âge).

L'ajustement peut être fait graphiquement ou numériquement soit à l'aide de différences successives des nombres, des logarithmes, mais l'auteur fait remarquer l'importance du nombre (poids) des observations.

VIII. — Les caractères divers d'une population peuvent être étudiés sous différents aspects :

les phénomènes vitaux proprement dits : naissances, décès, maladies...;

les phénomènes anthropométriques : croissance, etc.;

les phénomènes anthropologiques : évolution générale de l'homme;

les phénomènes sociologiques : densité, action de l'évolution économique;

les phénomènes divers : migration, colonisation, etc.

Chaque classe est étudiée avec détail et M. Knibbs énumère soigneusement les différents points de vue qui peuvent donner lieu à des classifications statistiques utiles à connaître.

M. Knibbs termine cet intéressant exposé par un rappel de notions actuarielles concernant l'espérance de vie (expectation of life) et la représentation par une formule du type Gompertz-Makeham du nombre des vivants à l'âge x pour une population normale ; cette formule est intéressante à citer :

$$y = K\alpha^{a^x}\beta^{b^x} = 52.674\,(0{,}99961)^{1{,}10808^x} \times (0{,}18998)^{1{,}0143^x}$$

Deuxième Partie : Pratique

IX. — Ce chapitre est consacré à l'étude pratique d'un Census ; quelque soin que l'on apporte à son établissement, il faut compter sur les erreurs. M. Knibbs signale l'attirance de l'âge finissant par zéro et une moins grande tendance pour la déclaration des âges finissant par 5, 6, 8, que pour la déclaration d'âges se terminant par 1, 3, 7, 9.

Il compare les répartitions par groupe d'âges des hommes et des femmes d'après divers recensements et il conclut de l'étude des courbes figuratives qu'il n'est pas possible de faire des prévisions sur la distribution des vivants par groupes d'âges dans le futur.

X. — Le rapport du nombre des représentants du sexe masculin et du sexe féminin est, on le sait, différent suivant les pays : inférieur à un en Norvège (0,932), presque égal à un aux Etats-Unis (1,044), supérieur à un à Ceylan (1,14); ce rapport varie d'ailleurs suivant l'âge, suivant la position géographique des populations étudiées, et suivant le temps.

Une étude spéciale de la population de la Nouvelle-Galles du Sud depuis 1829 montre qu'à l'origine, par suite de l'immigration, la population masculine l'emportait de beaucoup, mais la correction annuelle provenant des naissances l'a réduite peu à peu. A la naissance, le rapport de masculinité des enfants naturels paraît plus grand que celui des enfants légitimes.

L'auteur passe en revue les différentes théories de la masculinité qui ont été étudiées très en détail dans le bel ouvrage de René Worms et il termine par un tableau relatif à la France, qui montre que l'excès des naissances masculines se maintient à peu près le même avant et après la guerre de 1870; il sera intéressant de constater dans quelques années l'effet de l'effroyable guerre de 1914-1918.

XI. — La natalité s'étudie généralement par les taux de natalité; l'auteur montre que ces taux ne sont pas nécessairement comparables, même pour des populations réparties de la même manière par âge; un grand nombre de phénomènes affectent en effet la natalité : la répartition des femmes par âge, la fécondité relative à chaque âge, le nombre relatif de femmes mariées et célibataires.

L'auteur examine au point de vue mathématique l'allure générale du nombre des naissances, celle de la mortalité infantile dans divers pays et il indique des considérations intéressantes sur la représentation à l'aide de surfaces de natalité ; des tableaux très complets résument la variation des taux en divers pays de 1860 à 1914; notre pays tient, malheureusement, la dernière place avec 19 pour mille alors que la moyenne est de 25 et que certains pays (Hongrie) atteignent 36.

Une étude fort intéressante du malthusianisme est à signaler.

Les fluctuations saisonnières sont chiffrées pour l'Australie et ont conduit M. Knibbs à étudier l'influence au point de vue de la natalité de la position de certaines fêtes dans le calendrier.

XII. — Le taux de nuptialité est défini par le rapport entre le nombre de mariés et de célibataires : il faut évidemment l'étudier par âge; sa considération est naturellement importante en ce qui concerne les femmes et est en relation directe avec la fécondité ; le taux de nuptialité part naturellement de zéro, puis croît et décroît ensuite; l'époque du maximum est très variable suivant les pays et oscille entre 35 et 45 ans.

Quant à sa valeur intrinsèque, elle est également très différente et dans le voisinage du maximum varie de 1,67 à 4,50.

Il faut noter une table de nuptialité relative à l'Australie qui donne pour chaque âge les proportions de célibataires, de mariés et de divorcés. Le maximum de mariés apparaît à l'âge de 48 ans pour les hommes (73 %) et de 41 ans pour les femmes (76 %).

Il est curieux de constater que la proportion des veufs est très inférieure à celle des veuves et que le rapport est voisin de 1/2.

Un grand tableau relatif à 302 000 mariages donne les âges respectifs des époux. On peut noter une différence de 5,1 ans; la représentation de ces données peut être faite à l'aide d'une surface dont M. Knibbs étudie complètement les diverses particularités.

La moyenne de différence d'âge des conjoints donne lieu à une étude très intéressante et M. Knibbs a pu calculer une formule donnant pour la population étudiée la différence moyenne d'âge par groupe : la voici pour les femmes, à titre de curiosité :

$$D^h = 6{,}275 + 0{,}058\,x^{\omega} \text{ (âge de la femme)};$$

cette formule s'applique de 30 à 67 ans.

XIII. — La fertilité et la fécondité peuvent être considérées soit au regard de la femme seule en considérant son âge, soit au regard du couple et des différences d'âge; il est peut-être bon de rappeler la différence entre ces deux termes, qui sont souvent confondus; le premier est relatif à la qualité et le second à la quantité.

Le problème étudié est donc extrêmement complexe et on est amené ainsi à considérer :

a) le rapport du nombre des naissances à la population;

b) le rapport du nombre des naissances à celui des femmes;

c) le rapport du nombre des naissances à celui des femmes en âge de reproduction;

d) le rapport du nombre des naissances par rapport à l'effectif dans chaque groupe d'âge des femmes;

e) le rapport du nombre des naissances légitimes par groupe d'âge de femmes mariées;

f) le rapport du nombre des naissances illégitimes par groupe d'âge de femmes célibataires.

D'autre part, il y a lieu d'étudier l'âge des femmes aux premières naissances et d'après la durée du mariage; on conçoit que cette étude amène à la considération de surfaces extrêmement intéressantes dressées.

XIV. — Les naissances multiples sont étudiées dans ce chapitre, ainsi que la répartition par sexe des jumeaux; en fait, les différences constatées par exercice sont excessivement faibles et il y a une quasi-constance; les calculs relatifs aux taux de naissance de jumeaux par âge montrent qu'il y a un maximum vers 12 à 13 ans de mariage et vers l'âge de 32 ans pour la femme. Les tables ainsi dressées sont très intéressantes et pourront éventuellement servir pour des calculs sociaux qui paraissent devoir être faits dans l'avenir, tels que les secours de famille d'après le nombre des enfants : il manquerait encore cependant la distribution des enfants par âge et par famille.

Ces tables donnent lieu à une représentation par des surfaces en prenant comme coordonnées le nombre des enfants, l'âge des femmes et la durée du mariage.

XV. — La mortalité peut être considérée à deux points de vue : d'une manière générale d'après l'âge et sans distinguer les causes de décès; d'une manière particulière, en tenant compte de ces causes.

M. Knibbs rappelle les différentes formules actuarielles connues permettant de calculer les taux de mortalité et il compare dans un premier tableau les variations de ce taux par sexes pour quatre périodes concernant l'Australie; il est évident qu'on ne peut pas tirer de ce tableau des conclusions générales en raison de la composition spéciale de la population australienne, et l'extrapolation que fait notre collègue en étendant les courbes de taux de mortalité par groupes d'âge (qu'il étend jusqu'en 1940) nous paraît un peu osée.

Une table intéressante est relative au taux de mortalité en tenant compte des conditions conjugales ; les observations australiennes concordent bien avec celles que l'on a faites en Europe : pour les hommes, sauf dans les âges extrêmes (< 19 et > 80), la mortalité des célibataires est supérieure à celle des mariés; pour les femmes, la mortalité des femmes mariées est supérieure à celle des célibataires jusqu'à 44 ans et inférieure ensuite; cette différence devrait faire l'objet d'études plus approfondies, mais les statistiques utiles manquent encore.

XVI. — L'effet des migrations est très complexe, car il modifie l'âge, le sexe et la constitution de la race; ces divers facteurs peuvent être étudiés dans un pays tel que l'Australie et donnent lieu à des remarques fort intéressantes ; des tables montrent par exemple la proportion par âge des individus nés hors de l'Australie, la corrélation entre l'âge et la durée de la résidence, etc.

XVII. — Dans ce dernier chapitre, M. Knibbs récapitule divers résultats qu'il a pu obtenir et qui ne trouvent pas place dans les chapitres précédents; il donne des considérations très justes sur la mesure de la précision des résultats statistiques et montre par des courbes les relations indirectes qui peuvent exister entre les divers phénomènes concernant la population; il termine par une table des diverses intégrales et de formules diverses qui lui ont servi dans le cours de son travail.

XVIII. — M. Knibbs conclut en signalant l'intérêt que les peuples auraient à établir des statistiques comparables; c'est le but que se proposait l'Institut International de Statistique, dont la vitalité semble aujourd'hui bien compromise.

M. Knibbs rappelle que la consommation du blé est d'environ 5,7 bushels par acre, correspondant, pour 33 milliards d'acres de terre labourable, à une production de 132 milliards de bushels à consommer par le milliard et demi d'êtres actuellement vivants; si l'accroissement de la population se maintenait au taux de 1 %, il faudrait moins de 700 ans (681 ans) pour que la production supposée au plein (22,8 bushels par acre) soit inférieure à la consommation, en admettant que la consommation par individu reste constante; la loi de Malthus jouerait en plein; mais il est bien probable que des modifications importantes et que nous ne pouvons actuellement concevoir seront alors intervenues; quoi qu'il en soit, le problème de la population est un de ceux qui doivent retenir l'attention.

La conclusion de M. Knibbs serait à citer tout entière ; il dit que l'homme est à la fois le jouet du destin et la victime de ses propres désirs; il doit donc se rendre compte des formidables problèmes non encore effleurés qui vont se présenter dans un avenir prochain touchant: la puissance reproductive de la race humaine, la constitution organique de la Nature et les moyens dont dispose l'humanité pour combattre l'influence de ses actions défavorables, l'accroissement de la productivité de la Nature et les limites de son exploitation, le mécanisme intime de l'organisation sociale et le plan de son contrôle, enfin l'internationalisation et la solidarité de tous les êtres humains.

Il faudra que les organismes directeurs forment une opinion générale intelligente comprenant la nécessité des enquêtes statistiques relatives à la population et à la richesse. Les recensements sont coûteux (moins qu'une guerre), mais ils sont la base de toutes les études statistiques concernant l'humanité; leur valeur serait immense s'ils pouvaient être établis avec précision.

En résumé, le travail de M. Knibbs est une œuvre magistrale qui fera époque et sera souvent consultée dans l'avenir; l'abondance des matières, la technique sûre de l'auteur font de ce livre un véritable traité rassemblant les éléments dispersés avec des études absolument inédites et personnelles. L'auteur a fait soigner particulièrement la présentation générale — tous les travaux qui nous viennent de l'office dirigé par M. Knibbs sont d'ailleurs admirablement édités — et il a fait une œuvre réellement utile qui lui fera le plus grand honneur ; nous tenons à l'en féliciter de tout cœur.

A. Barriol,
Secrétaire général de la Société de Statistique de Paris,
Actuaire-Conseil.

Jacob (L.), *Ingénieur général de l'Artillerie navale.* — **Résistance et Construction des Bouches à feu. Autofrettage.** *2e édition. — 2 vol. in-18 jésus de l'*Encyclopédie scientifique, *formant 582 p. avec 131 fig. dans le texte et 10 graphiques hors texte (Prix cart. : 15 fr.). O. Doin et fils, éditeurs, Paris,* 1920.

La deuxième édition de l'ouvrage *Résistance et Construction des Bouches à feu* qui paraît aujourd'hui diffère sur quelques points essentiels de la première édition, publiée plusieurs années avant la guerre. La préface de l'auteur met très heureusement ces points en évidence.

Tout d'abord, et en ce qui concerne le fonctionnement du frettage, l'Ingénieur général Jacob met en lumière l'insuffisance de la théorie du frettage due au général Virgile et reposant sur la limitation directe des tensions. On sait aujourd'hui que, quel que soit le mode de frettage employé, la puissance élastique du tube fretté ne saurait atteindre celle de ce même tube supposé nu.

L'application des formules relatives à la résistance des bouches à feu frettées est rendue laborieuse par leur complication. L'auteur montre que l'application de la méthode nomographique des points alignés de M. d'Ocagne permet de faire toutes les études de bouches à feu à l'aide d'épures et en n'ayant pour ainsi dire pas recours au calcul. Des tables numériques réduisent encore l'importance de celui-ci. A la vérité, le colonel Henry avait déjà donné une méthode tendant au même but. Toutefois, elle n'était applicable qu'aux seuls tubes qui subissent des déformations élastiques pures. La méthode donnée est beaucoup plus générale, puisque affranchie de cette restriction.

La question de l'autofrettage, au cours de l'exposé

de laquelle l'auteur ne manque pas de rappeler le nom de M. l'ingénieur en chef Malaval, qui y est si étroitement lié, est l'objet d'une étude théorique très approfondie. Au cours de cette étude, la longueur du tube autofretté est supposée infinie. Dans la pratique, il n'en est rien et l'influence des extrémités se traduit par une irrégularité des déformations intérieures qui perturbe profondément les résultats théoriques précédents. Il est possible qu'on arrive à surmonter cette grave difficulté à l'aide de dispositifs expérimentaux judicieux. Pour l'instant, il n'en est encore rien. A cet égard, on peut regretter que l'auteur n'ait donné aucune description des procédés expérimentaux mis en œuvre pour obtenir l'autofrettage d'un tube. Cette description, rapprochée des résultats expérimentaux obtenus par l'application des procédés en question, aurait permis au lecteur de se faire une idée des difficultés restant à surmonter pour faire entrer définitivement l'autofrettage dans le domaine de la pratique. L'ouvrage de M. l'ingénieur général Jacob apporte néanmoins une contribution intéressante à cette question.

Le tome II traite de la résistance longitudinale des bouches à feu et des conditions théoriques d'établissement des fermetures de culasses. Il donne enfin la description des principaux systèmes d'artillerie, depuis l'origine de l'artillerie rayée jusqu'à nos jours.

L'auteur signale à plusieurs reprises l'avantage des viroles. Le fait qu'au cours de la dernière guerre les canons sans virole ont montré une résistance remarquable au déculassement nous rend quelque peu sceptique à cet égard. Au surplus, le virolage indépendant effectué à chaud, et avec un filet de la virole se terminant en forme de coin, peut donner lieu, au refroidissement, à la production de tensions considérables et par suite dangereuses. La série de déculassements de canons de ce système, observée il y a une douzaine d'années au champ d'épreuves de Ruelle, semble montrer que le danger que nous venons de signaler est malheureusement très loin d'être hypothétique.

Pour toutes ces raisons d'ordre expérimental, je pense que le virolage doit être limité aux gros calibres, et qu'il y a avantage à l'effectuer à froid lorsqu'on fait usage d'une virole indépendante. Les mortiers Filloux de 370, construits suivant ce système, se sont d'ailleurs comportés pendant la dernière guerre d'une manière très satisfaisante. Quantité de canons anglais sont également établis comme il vient d'être dit.

P. Bourgoin,
Ingénieur général d'Artillerie navale
(du cadre de réserve).

2° Sciences physiques

Bayliss (W. M.), *Professeur de Physiologie générale à University College (Londres).* — **The nature of Enzyme action.** *4e édition. — 1 vol. in-8° de 190 p. avec 9 fig. de la collection* Monographs on Biochemistry (*Prix cart. : 7 sh. 6 d.*). *Longmans, Green and Co, 39, Paternoster Row, Londres,* 1919.

Depuis sa première édition, qui remonte à dix ans (voir la *Revue* du 15 août 1909, t. XX, p. 677), l'ouvrage du Prof. Bayliss s'est considérablement enrichi, jusqu'à doubler de volume.

Le plan général est resté le même ; le but de l'auteur est surtout d'ordre théorique : ce qu'il veut mettre en évidence, c'est l'analogie de l'action des enzymes ou diastases avec celle des catalyseurs minéraux. Par l'emploi des diastases, l'organisme vivant est rendu capable d'effectuer, dans les conditions ordinaires de température et de concentration modérée en acide ou en alcali, des réactions chimiques qui nécessiteraient sans elles une température élevée ou des réactifs puissants. L'étude détaillée des diastases montre bien, d'ailleurs, qu'elles obéissent aux lois usuelles des phénomènes catalytiques. Les quelques déviations qu'on a pu observer tiennent à leur nature colloïdale, qui fait que les réactions ont lieu en système hétérogène et que les divers phénomènes qui dépendent de l'action de surface entrent en jeu d'une façon marquée.

Les recherches récentes ont confirmé la nature réversible de l'action diastasique, d'où résulte leur action synthétique, indiquée pour la première fois par Croft Hill et pleinement établie par les expériences de Bourquelot.

Il est très probable que le « composé » d'enzyme et de substratum, regardé généralement comme préliminaire à l'action, est de la nature d'un composé d'adsorption colloïdal, de sorte que l'action des diastases en général doit être considérée comme exercée par leur surface. Par condensation de surface, les constituants réagissants sont amenés en contact intime, et la réaction est accélérée par l'action de masse. Il n'existe pas de preuve certaine qu'une combinaison chimique entre la diastase et le substratum se produise à une stade quelconque du processus. Mais on a reconnu expérimentalement que les diastases agissent par leur surface dans des liquides où elles sont complètement insolubles.

L'autocatalyse, positive ou négative, joue un rôle considérable dans les variations d'activité d'une diastase au cours de son action. Il faut aussi prendre en considération le déplacement, par des produits fortement adsorbés ou des substances étrangères, du substratum de sa position de concentration à la surface de l'enzyme.

Telles sont les principales questions abordées par M. Bayliss dans son ouvrage. Tous ceux qui s'intéressent aux actions diastasiques le liront avec fruit; la copieuse bibliographie qui le termine (près de 400 numéros) leur fournira ensuite toutes les indications nécessaires pour se documenter plus complètement.

A. Delesse.

3° Sciences naturelles

Grattefossé (R. M.), *Ingénieur chimiste*, et **Lamothe** (L.). — **Culture et industrie des plantes aromatiques et des plantes médicinales de montagne.** *4e édition. — 1 vol. in-8° de 182 p. avec 60 photographies. Editions scientifiques françaises, 25, rue Lauriston, Paris,* 1917.

Il est très souhaitable que nos cultures françaises de plantes aromatiques prennent un essor grandissant. D'immenses surfaces dans les Alpes et les Cévennes pourraient donner chaque année une récolte supplémentaire de plusieurs millions de francs, car la lavande peut être plantée sur les causses, les garrigues et les cailloutis. Ce livre est un véritable traité de la production de la lavande, et pourra contribuer au développement de cette culture spéciale (p. 11 à 110). Les auteurs ont fait une place aux questions botaniques, mais surtout aux études industrielles concernant la distillation, les parfums étirés et leurs applications. Ils donnent aussi d'importantes directives pour l'établissement des lavanderaies artificielles et pour leur culture. De nombreuses photographies s'ajoutent aux textes et aux nombreuses conclusions d'ordre pratique.

Parmi les autres plantes, qui donnent lieu à des exposés moins étendus, nous citerons le thym, la sauge sclarée, le romarin, l'hysope, la camomille romaine, l'angélique. L'ouvrage se termine par un Calendrier des plantes médicinales. Les populations rurales qui restent fidèles à la montagne peuvent certainement trouver dans la récolte des plantes utiles à la pharmacie et à l'herboristerie un sérieux revenu d'appoint [1]. Elles peuvent nous affranchir de l'importation de 20 à 30 millions de francs de produits.

Edmond Gain,
Professeur à la Faculté des Sciences
de Nancy.

1. Voir à ce sujet l'article de M. L. Beille : L'Industrie des plantes médicinales, paru dans la *Revue gén. des Sc.* du 30 novembre 1917, p. 637-642. (N. D. L. R.)

4° Sciences diverses

Universitatum et eminentium Scholarum Index generalis. Annuaire général des Universités. The Yearbook of Universities. *Publié sous la direction de* M. **de Montessus de Ballore,** *Professeur à l'Université catholique de Lille, Professeur libre à la Faculté des Sciences de Paris. — 1 vol. petit in-8° de 768 p. (Prix : broché, 18 fr. ; relié, 21 fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris,* 1919.

Depuis 1914, on a plus d'une fois mis en lumière les tentatives d'hégémonie de l'Allemagne, non seulement dans les domaines politique, économique et industriel, mais aussi dans le domaine scientifique. Dans une foule de publications : *Ergebnisse, Jahrbücher, Zeitschriften, Centralblätter, Lexikon, Enzyklopedien,* etc., nos voisins de l'Est présentaient l'état actuel de certaines connaissances ou résumaient périodiquement toute les acquisitions nouvelles de la science, et d'une façon très complète, tout en faisant la part belle à leurs propres travaux ; ils étaient ainsi parvenus à acquérir un quasi monopole en cette branche de la documentation, qui prend chaque jour une importance plus considérable.

Dans plusieurs organes, et ici même[1], l'attention des savants a été appelée sur la nécessité de se libérer de cette prédominance, en particulier par la création de nouvelles publications, internationales par le fond et le contenu, mais dont la direction et l'édition auraient été placées entre les mains de savants et d'éditeurs des nations de l'Entente. Actuellement, plus d'une année après la fin des hostilités, il n'a presque rien été tenté dans cette voie. La réalisation de ces projets se heurtait sans doute à d'assez grosses difficultés; mais il semble surtout que des initiatives hardies aient fait défaut et qu'on se soit borné à des palabres là où il aurait fallu des actes. Et il est à craindre que, devant l'absence de concurrence, les publications allemandes ne s'imposent de nouveau à tous ceux qui ont besoin, pour poursuivre leurs recherches, d'une documentation précise et complète[2].

Il nous est agréable de signaler tout au moins une exception à cet état de choses : c'est l'apparition d'un *Annuaire général des Universités*, à la publication duquel se sont attelés, dès avant la fin de la guerre, d'une part M. R. de Montessus de Ballore, d'autre part la maison d'édition Gauthier-Villars et Cie.

Il n'est guère de professeur, d'étudiant, de libraire, de constructeur d'appareils scientifiques qui n'ait eu l'occasion — ou l'obligation — de consulter une fois ou l'autre *Minerva*, le « Jahrbuch der gelehrten Welt » publié par les Allemands et qui, au moment de la déclaration de guerre, atteignait sa 24e année. Les perfectionnements successifs apportés à cette publication au cours de sa longue carrière en avaient fait un annuaire presque parfait — il faut le reconnaître — et il était impossible de trouver ailleurs des renseignements aussi complets et aussi précis sur les Universités, grandes Ecoles, Bibliothèques, Musées, autres Institutions, et Sociétés savantes du monde entier.

C'est cet annuaire — qui d'ailleurs, croyons-nous, n'a pas paru depuis 1914 et va même probablement disparaître — que l'*Index generalis* se propose de remplacer. La tâche était considérable, et les temps troublés que nous continuons à vivre y ajoutaient des difficultés spéciales. Les promoteurs de la nouvelle publication ont compris que, pour aboutir rapidement et faire bien, mieux valait restreindre, au moins à l'origine, le champ de leur annuaire, et ils se sont bornés aux renseignements, déjà volumineux, qui concernent les Universités et Grandes Ecoles, dans le monde entier, exception faite toutefois des pays qui ont été en guerre avec la France. Sont également omises, dans l'édition actuelle, les indications relatives à la Roumanie, la Tchéco-Slovaquie, la Pologne, la Sibérie et la Russie non-bolchéviste, pays où l'enseignement supérieur vient de passer par une phase de réorganisation; mais on les trouvera dans l'édition de 1920, en préparation, et qui paraîtra en mai prochain.

Le classement adopté nous paraît beaucoup plus heureux que celui de *Minerva* : dans ce dernier, les renseignements étaient classés par ordre alphabétique de noms de villes; dans l'*Index generalis*, on a réuni ensemble tout ce qui est relatif à un même pays, et lorsque celui-ci possède des colonies, celles-ci figurent immédiatement après la métropole. On peut ainsi se faire plus rapidement une idée de tous les établissements d'enseignement supérieur d'une nation.

La partie essentielle de l'Annuaire consiste, pour chaque établissement, dans l'énumération des chaires et de leurs titulaires : professeurs, chargés de cours, maîtres de conférences, etc. Dans *Minerva*, toutes ces indications étaient données exclusivement en allemand; l'*Index generalis* les fournit presque toujours dans la langue où se donne l'enseignement : français, anglais, italien, espagnol, portuguais, allemand (pour la Suisse alémanique); pour les pays qui parlent d'autres langues, on a adopté le français. Les termes employés sont d'ailleurs de ceux que tout le monde comprend, et de petits vocabulaires viennent les rendre intelligibles dans les cas un peu difficiles.

On trouvera encore dans l'*Index generalis* deux catégories de renseignements qui ne figurent pas dans *Minerva*. Ce sont d'abord, pour quelques grands pays : France, Empire britannique, Italie, Espagne, Etats-Unis, des « *Introductions* », plus ou moins développées, sur l'organisation de l'enseignement supérieur dans ces contrées. L'Introduction française, qui a été faite avec un soin extrême, est un guide complet et sûr de l'étudiant, qui y trouvera tout ce qui concerne les conditions d'inscription, la durée des études, les droits à acquitter, les diplômes délivrés, etc.

D'autre part, l'*Index generalis* se termine par une *liste d'échanges*, où peuvent se faire inscrire gracieusement tous les savants, professeurs ou non, qui désirent échanger avec leurs confrères les mémoires originaux qu'ils ont publiés; la désignation des sujets qui les intéresse précède leur nom. C'est là une heureuse innovation, qui ne peut manquer d'accroître les relations scientifiques internationales.

Tout l'ensemble du volume témoigne du soin extrême apporté à la recherche des documents ; la plupart des renseignements ont été mis à jour vers le milieu de 1919 par les recteurs, directeurs ou secrétaires des diverses institutions. D'autre part, la composition typographique se distingue par sa netteté et le choix heureux des caractères, et la présentation extérieure du volume relié est des plus attrayantes.

Félicitons donc très chaleureusement M. R. de Montessus de Ballore, qui a assumé la lourde tâche de la direction de l'*Index generalis*, et la maison Gauthier-Villars et Cie, qui s'est montrée dans l'exécution matérielle à la hauteur de sa vieille réputation. Le succès, qui aujourd'hui comme autrefois va aux esprits entreprenants, ne peut manquer de couronner leur intelligente initiative.

Louis Brunet.

1. Voir la *Revue* des 30 janvier 1917, p. 38, et 15 juin 1917, p. 326.

2. Cette question se double, pour la France, d'une autre, non moins grave. Un grand nombre de périodiques scientifiques français, qui ont dû suspendre leur publication pendant la guerre, sont sur le point de disparaître définitivement : plusieurs l'ont déjà annoncé à leurs abonnés et d'autres vont suivre. Il en résulte que plus d'un savant, qui a actuellement des mémoires prêts à être livrés à l'impression, se trouve dans l'impossibilité de les publier. Il y a là, au point de vue des intérêts de la science française et de son influence dans le monde, une situation angoissante, sur laquelle la *Revue* aura d'ailleurs l'occasion de revenir.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Novembre 1919

M. le Président annonce le décès de M. **R. Lépine**, Correspondant de l'Académie. — Sir **J. J. Thomson** est élu Associé étranger, en remplacement de M. Dedekind, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Fayet** : *Retour de la comète périodique Finlay*. Découverte au Cap le 26 septembre 1886, cette comète, de 6 ans 1/2 de révolution environ, a pu être observée de nouveau en 1893 et en 1906, mais non en 1913 à cause de conditions de visibilité défavorables. Le retour cette année se présentait, au contraire, dans d'excellentes conditions, et le 25 octobre la comète a été vue, en effet, à Kioto par M. Sasaki, en avant de l'étoile ψ Capricorne. Le calcul des éléments indique qu'il faut apporter au moyen mouvement publié en 1913 une correction égale à — 1",9.

2° Sciences physiques. — M. **A. Baldit** : *Sur l'effet produit par l'électricité de la pluie sur un fil isolé*. L'auteur conclut de ses premières observations qu'un fil isolé, soumis aux précipitations de diverses natures, se comporte comme un égaliseur de potentiel, et que les perturbations constatées sur les lignes pendant les pluies d'orage proviennent plutôt du champ électrique terrestre, qui atteint à de tels moments des valeurs considérables, que des charges électriques apportées elles-mêmes au fil par la pluie. — M. **J. Carpentier** : *Présentation de cinématographies en couleurs des Etablissements Gaumont*. Les Etablissements Gaumont sont parvenus à réaliser d'une façon pratique la cinématographie en couleurs, en se servant du procédé trichrome de Cros et Ducos du Hauron. Sur les films, les images se succèdent par groupes de trois et l'appareil, avec une source lumineuse unique, comporte trois objectifs. La plus grande difficulté a été le repérage parfait et continu des images sur l'écran, qui est réalisé au moyen d'un organe, dit *correcteur*, permettant de ramener toujours, grâce à deux leviers, deux des monochromes sur la troisième, prise comme centre. — M. **A. Chéron** : *Appareil pour l'examen simultané d'un même cliché stéréoscopique par deux personnes*. Cet appareil ressemble à un stéréoscope classeur de modèle courant, mais il est pourvu de deux paires d'oculaires disposées en face l'une de l'autre sur le même axe passant par le centre du cliché. L'une d'elles occupe donc la place du verre dépoli; ce dernier, surmonté de l'appareil d'éclairage, est fixé horizontalement en haut du stéréoscope et encastré dans le couvercle. Deux glaces sans tain, inclinées à 45° sur le cliché, renvoient la lumière tombant du verre dépoli respectivement vers l'une et l'autre paire d'oculaires. Chaque observateur voit donc par transparence, à travers la glace sans tain située de son côté, le cliché qui se trouve éclairé par la lumière réfléchie sur la glace située du côté opposé. Pour un observateur il y a inversion de l'image, mais non du relief. — M. **A. Lartigue** : *Sur une forme nouvelle donnée aux formules des spectres de lignes*. L'auteur transforme la formule générale :

$$\frac{10^8}{\lambda} = N_0\left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{q^2}\right) \text{ ondes par cm.}$$

en

$$\lambda_m = \frac{4.10^8}{N_0}\left(\frac{p}{2}\right)^3\left(\frac{2}{p} + \frac{1}{m} - \frac{1}{m+2p}\right) \text{ angströms,}$$

où $q - p = m$. La seconde équation permet de décomposer toute série de longueurs d'onde rentrant dans la première en trois suites de termes élémentaires, la première de ces suites étant constante, ou quasi constante, et les deux autres tendant vers zéro. — M. **G. A. Hemsalech** : *Sur les phénomènes lumineux observés au voisinage d'une lame de graphite portée à une haute température à l'aide d'un courant électrique*. A mesure que la température de la lame incandescente s'élève, elle s'entoure d'une couche de vapeurs qui, vers 2.500°, deviennent bleuâtres; vers 3.000° apparaît le long de la surface inférieure de la lame une frange rouge, due au passage dans la vapeur lumineuse d'un courant d'électrons qui décomposent les molécules et créent des centres d'émission différents de ceux de la vapeur lumineuse. — MM. **Ch. Moureu** et **Ad. Lepape** : *Sur la stabilisation de l'acroléine. III. Préparation de l'acroléine*. Le meilleur agent déshydratant de la glycérine pour la préparation de l'acroléine paraît être le mélange de 5 parties de bisulfate de potasse et 1 partie de sulfate neutre. Il faut chauffer une pâte formée de 4 parties du mélange catalyseur et 1 partie de glycérine, en renouvelant cette dernière au fur et à mesure que la réaction l'épuise. On doit, en outre, agiter le mélange réagissant et éviter toute surchauffe, même locale, du vase à réaction. Ce procédé est applicable industriellement et donne le meilleur rendement en acroléine brute, contenant peu d'impuretés nocives.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Ungemach** : *Sur un remarquable gisement de chalcostibite au Maroc*. La chalcostibite $Cu^2S.Sb^2S^3$ est une des plus grandes raretés minéralogiques. L'auteur vient d'en trouver un gisement abondant dans la vallée de l'Oued Cherrat, à l'Est de Casablanca, au lieu dit Rar-el-Anz, où elle avait été prise pour de la panabase. On y rencontre de magnifiques cristaux, l'un atteignant 9 cm. de longueur. Mais ils ne sont que très exceptionnellement frais; leur surface est altérée en chessylite. Ces cristaux sont entremêlés de dolomite en cristaux transparents. — MM. **P. Mazé**, **Vila** et **M. Lemoigne** : *Transformation de la cyanamide en urée par les microbes du sol*. Les microbes capables de transformer la cyanamide en urée sont des espèces banales abondantes dans toutes les terres en bon état de culture. On doit en conclure que, dans un sol fertile riche en humus, la cyanamide donne rapidement de l'urée et que, dans les terrains acides, pauvres en microbes, son hydrolyse est nécessairement beaucoup plus lente. L'urée formée produit, sous l'action de nombreuses bactéries ammonisantes, du carbonate d'ammoniaque assimilable par les plantes supérieures. — M. **H. Bierry** : *Carnivores et aliments ternaires*. L'auteur montre que les grands carnivores qui se nourrissent de proies vivantes consomment d'abord de leurs victimes les parties qui sont le plus riches en hydrates de carbone et en graisses, ce qui confirme la nécessité d'un quantum de sucre et de graisse dans la ration d'entretien de l'organisme. — MM. **F. Mesnil** et **M. Caullery** : *Sur un processus normal de fragmentation, suivi de régénération, chez un Annélide polychète*, Syllis gracilis *Gr*. Les auteurs ont observé chez un Syllidien un nouvel exemple de reproduction asexuée par fragmentation du corps en plusieurs morceaux capables de reconstituer l'animal entier. Les fragments appartiennent à la région moyenne du corps ou à la suivante et sont formés de 7 sétigères en moyenne. La fragmentation se fait par des constrictions ectodermiques entre deux anneaux. La régénération de la partie antérieure du tube digestif se fait complètement. — M. **F. d'Hérelle** : *Sur le rôle du microbe bactériophage dans la typhose aviaire*. L'auteur a trouvé dans le contenu intestinal de toutes les poules un microbe filtrant bactériophage. Ce microbe n'est virulent pour le bacille de la typhose aviaire que dans les milieux contaminés. Quand le microbe non virulent acquiert chez un animal des propriétés bactériophages vis-à-vis d'un bacille pathogène, cette propriété se transmet aux individus de même espèce. On doit donc

pouvoir immuniser les poules contre la typhose aviaire en leur administrant le microbe bactériophage. — MM. **Ch. Nicolle** et **Ch. Lebailly** : *L'évolution des spirochètes de la fièvre récurrente chez le pou, telle qu'on peut la suivre sur les coupes en série de ces insectes.* Chez un lot de poux infectés sur un homme atteint de fièvre récurrente, on constate ceci : Les spirochètes se montrent dans toute la longueur du tube digestif, puis ils se logent dans les cellules épithéliales de l'intestin antérieur, où paraît se faire leur évolution. Au 6e jour des spirochètes nouveaux apparaissent dans le liquide sanguin ; leur abondance y est extrême, surtout dans les espaces lacunaires des pattes et jusqu'à l'extrémité des antennes. Ces organes sont d'une extrême fragilité; le moindre traumatisme les brise. Les spirochètes viennent alors souiller la peau et l'ongle contaminé les inocule facilement au travers des téguments excoriés ou par frottement des yeux.

Séance du 24 Novembre 1919

M. **Ch. D. Walcott** est élu Associé étranger, en remplacement de M. Metchnikoff, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Portevin** : *Etude de l'influence de divers facteurs sur la création des efforts internes longitudinaux lors du refroidissement rapide de cylindres d'acier.* Les efforts internes augmentent très rapidement avec la température d'immersion, quand cette dernière croît de 200° à 600°; ils restent pratiquement nuls pour les températures inférieures à 200°. A la température de 650°, les efforts internes sont de 2 à 4 fois plus faibles après immersion dans l'huile qu'après immersion dans l'eau. Ils décroissent avec la température de l'eau au point de devenir sensiblement nuls pour la température de 100°. Les efforts internes augmentent avec la durée d'immersion. Enfin ils diminuent en général avec le diamètre des pièces.

2° Sciences physiques. — M. **R. Bayeux** : *Le pouvoir ozonogénique de la radiation solaire à l'altitude de l'Observatoire du Mont-Blanc.* A 4.360 m. d'altitude, la radiation solaire ne polymérise pas l'oxygène en ozone. L'ozone que l'on trouve dans les couches moyennes et basses de l'atmosphère n'y est pas formé par une action locale et directe du Soleil. On ne doit pas attribuer à un tel processus chimique, comme on l'a prétendu, les effets thérapeutiques de la cure solaire. — M. **E. Henriot** : *Sur le calcul des biréfringences.* L'auteur montre que, dans le cas de la fluorine comprimée, du verre comprimé, du quartz, la biréfringence semble provenir de la différence petite de deux termes relativement grands et dont le rapport doit s'écarter peu de — 1. Il donne une explication théorique de ce fait. — M. **M. de Broglie** : *Sur le spectre de rayons X du tungstène.* L'auteur signale deux bandes d'émission et un certain nombre de lignes nouvelles dans le spectre de rayons X du tungstène. Les positions des bandes d'absorption montrent un intervalle fondamental de fréquence $\Delta\nu$, dont la variation est conforme à la théorie de Sommerfeld. Par contre, quand on compare les fréquences des bandes d'absorption à celles des raies qui font partie du même groupe, on constate que les secondes ne sont pas toujours inférieures aux premières, comme cela devrait être. — MM. **Ledoux-Lebard** et **A. Dauvillier** : *Sur la distance réticulaire de la calcite et son influence sur la détermination de* h. Les auteurs sont amenés à rectifier leur calcul de la distance réticulaire de la calcite (voir p. 664) et à prendre pour celle-ci la valeur $3{,}02825 \pm 0{,}00225 \times 10^{-8}$ cm. Ils en déduisent, pour la valeur de la constante de Plank h, $6{,}5564 \pm 0{,}015 \times 10^{-27}$. — MM. **G. Baume** et **M. Robert** : *Sur quelques propriétés de l'anhydride nitreux pur ou en solution dans le peroxyde d'azote.* L'anhydride nitreux pur ne paraît exister qu'aux très basses températures, à l'état solide, ou à l'état liquide sous pression de NO ; aux températures supérieures à — 100°, N^2O^3 se dissocie, la phase liquide s'enrichissant en N^2O^4 et la phase gazeuse en NO. On ne peut donc distiller N^2O^3 dans le vide, par suite de la formation immédiate d'une atmosphère de NO, aux températures où la distillation serait pratiquement possible; celle-ci ne peut être effectuée que par entraînement dans un excès de NO sous pression. — M. **W. A. Noyes jr** : *Sur le potentiel nécessaire pour électrolyser les solutions de fer.* Le potentiel minimum nécessaire pour électrolyser une solution ferreuse entre électrodes de fer électrolytique (qui présentent la moindre passivité envers les acides) baisse avec l'augmentation de température, d'abord de 0,007 volt par degré C. et ensuite plus graduellement, atteint une valeur minima vers 110°, puis recommence à croître au delà. — MM. **J. Bougault** et **P. Robin** : *Sur l'oxydation des hydramides.* Les auteurs ont étudié l'action oxydante de l'iode et du carbonate de sodium sur trois corps du groupe des hydramides : benzhydramide, anishydramide et pipérhydramide. Dans les trois cas, ils ont obtenu les cyanidines correspondantes, avec des rendements de 30 à 40 %. Par hydrolyse de ces dernières avec HCl en solution acétique, ils ont obtenu une certaine quantité d'amidines correspondantes. — MM. **A. Goris** et **Ch. Vischniac** : *Constitution du primevérose, de la primevérine et de la primulavérine.* Les auteurs montrent que, dans le primevérose (biose se dédoublant en glucose et xylose), la fonction aldéhydique libre est celle du glucose; la formule de ce sucre est donc la suivante :

$$CHO-(CHOH)^4-CH^2-O-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH}-(CHOH)^2-CH^2OH.$$

La primevérine est le composé de ce sucre avec l'éther méthylique de l'acide β-méthoxyrésorcylique, la primulavérine le composé avec l'éther méthylique de l'acide *m*-méthoxysalicylique. — MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy** : *Sur la richesse en cuivre des terres cultivées.* Tous les sols contiennent du cuivre, mais en quantité très variable avec leur mode de culture. Les terres arables proprement dites n'en renferment que très peu, quelques millionièmes seulement de leur poids. Les terres à vignes régulièrement traitées en contiennent, au contraire, une proportion notable ; il semble que ce soit les terres les plus fines qui retiennent le mieux le cuivre. Le cuivre apporté par les pulvérisations ne pénètre qu'avec une extrême difficulté dans les profondeurs de la terre ; il reste confiné dans une couche superficielle de 30 cm. d'épaisseur, où il paraît s'insolubiliser.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Mouret** : *Sur quelques effets du laminage des roches, observés dans la partie occidentale du Massif central de la France.* Des observations de l'auteur il semble résulter que les gneiss du Massif central qui ne sont pas primitifs — si tant est qu'il ait existé ou qu'il existe encore de ces sortes de gneiss — ne sont pas non plus toujours dus à une injection ou pénétration de granite entre les feuillets d'un schiste (théorie de Delesse et de Michel-Lévy) ou à un autre mode de métamorphisme, mais qu'ils peuvent être en certains cas, ainsi que les schistes micacés, le produit d'un laminage des granites, comme cela a été reconnu ailleurs. — M. **P. Morin** : *Sur les coefficients de ruissellement des cours d'eau dans le Massif central.* L'auteur a déterminé, par dix années d'observations (1909-1918), le régime des précipitations atmosphériques et le régime des débits des cours d'eau dans le bassin du Haut-Cher. Il en déduit deux règles qui paraissent avoir une portée générale : 1° Le coefficient de ruissellement dépend directement de la pluviosité ; à répartition semblable, il croît avec la pluviosité et plus rapidement qu'elle; 2° à pluviosité égale, le coefficient de ruissellement est inférieur quand la période chaude reçoit relativement plus d'eau — M. **L. Daniel** : *Recherches expérimentales sur les causes d'émersion des feuilles de nénuphar.* En certains endroits, les feuilles de nénuphar, au lieu d'étaler leur limbe à la surface de l'eau, restent dressées en l'air. Les variations du niveau de l'eau ne jouent aucun rôle dans la production de ce phénomène, qui est dû soit à la concurrence qui s'établit, dans un espace limité, entre

les propres feuilles de la plante, soit à la lutte, en espace libre, entre les plantes nageantes voisines. — **M. M. Molliard** : *Action des acides sur la composition des cendres de* Sterigmatocystis nigra. Lorsque le mycélium de ce champignon est cultivé en présence d'HCl, on constate que la composition des cendres subit une modification prononcée : S diminue, K est en quantité notablement réduite, Mg surtout passe de 32 à 1 pour des mycéliums qui présentent cependant des poids de substance sèche assez voisins. La perméabilité des cellules est donc modifiée d'une manière essentiellement différente suivant les éléments considérés. — **M. L. Boutan** : *Sur la rotation de la région anale et du tortillon de la coquille larvaire chez les Gastéropodes.* L'auteur montre que tous les Gastéropodes à coquille larvaire nautiloïde, c'est-à-dire tous les Gastéropodes sauf les Amphineures, subissent, à l'état embryonnaire, une torsion autour de l'axe longitudinal du corps; mais cette torsion n'influence pas toutes les régions du corps : 1° la région céphalo-pédieuse ne se tord jamais; 2° la région abdominale se tord toujours; 3° la région moyenne se tord dans un certain nombre de cas seulement (Prosobranches et certains Opistobranches). La détorsion n'existe chez aucun Gastéropode, où l'on rencontre seulement des phénomènes de régularisation. — **M. A. Pézard** : *Facteur modificateur de la croissance normale et loi de compensation.* L'auteur a constaté que la perturbation de la courbe de croissance de la poule (phase de creusement de Houssay) est conditionnée par l'ovaire; elle ne se produit pas chez les poules ovariectomisées. D'autre part, dès que cesse l'action de l'ovaire, l'organisme réagit contre le retard qu'il a subi et accélère ses processus morphologiques jusqu'à ce qu'il retrouve sa courbe vraie (loi de compensation). — **M. Barthélemy** : *La survie définitive des chiens saignés à blanc, obtenue par un moyen autre que la transfusion du sang.* L'auteur a constaté qu'au moyen des injections intraveineuses d'eau salée gommée il est possible de lutter contre l'anémie aiguë avec autant d'efficacité et à moins de frais que par la transfusion de sang ou de plasma.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 *Novembre* 1919

M. H. Martel : *L'approvisionnement en lait de Paris et de sa banlieue.* Avant la guerre, en 1913, il arrivait à Paris, par voie ferrée, pour être distribués dans la capitale et la banlieue, environ 830.000 litres de lait par jour, auxquels venaient s'ajouter 115.000 litres fournis par les laitiers-nourrisseurs de Paris et de la banlieue. Pendant la guerre, les arrivages ont diminué progressivement; au 4 novembre 1919, ils n'étaient plus que de 413.000 litres par jour, et la production locale ne dépassait pas 60.000 litres. Si l'on tient compte de l'accroissement de la population, on arrive à la conclusion que chaque habitant du département de la Seine ne dispose que d'une quantité tout à fait infime de lait à consommer par jour : un dixième de litre environ. Les causes d'un tel état de choses sont multiples : destruction presque complète du troupeau laitier en régions envahies, sécheresse de l'été dernier, extension et gravité de la fièvre aphteuse, emploi du lait pour l'élevage des veaux gras (15 à 20 litres de lait par jour et par animal) et pour la fabrication des beurres, fromages et margarine qui atteignent des prix très élevés. Pour remédier à cette situation, dont les enfants, les vieillards et les malades sont les premières victimes, il est absolument nécessaire : d'exiger de l'Allemagne la livraison rapide des vaches laitières prévues au traité de paix, et d'interdire ou au moins réglementer la fabrication des fromages à la crème et l'élevage des veaux fins gras. Sur la demande de M. Pinard, l'Académie nomme une Commission pour s'occuper de cette question. — **M. A. Calmette** : *Les acquisitions récentes de la Médecine expérimentale dont il faut tenir compte désormais dans nos efforts de lutte antituberculeuse.* La lutte antituberculeuse, qui s'impose plus que jamais en France, à la suite des pertes humaines de la guerre et de la faible natalité, doit s'appuyer résolument sur les dernières acquisitions de la science. Les facteurs essentiels de la contamination sont les semeurs de germes virulents. Mais ceux-ci ne sont pas exclusivement, comme on l'avait cru, les phtisiques cracheurs et les porteurs de tuberculoses ouvertes; ce sont aussi les tuberculeux occultes ou latents qui, bien portants eux-mêmes, ignorant presque toujours leur aptitude à réagir à la tuberculine, éliminent par intermittence des bacilles avec leurs excrétions glandulaires et leurs déjections. Ces semeurs de germes et les germes qu'ils sèment sont si nombreux que, dans les villes, — ainsi que l'attestent les épreuves tuberculiniques méthodiquement effectuées, — les enfants à l'âge de 5 ans sont déjà contaminés dans la proportion de 55 %, et au delà de la 15e année 5 % à peine de la population totale reste complètement indemne. Il faudrait donc continuellement prémunir contre le danger d'infection surtout les jeunes enfants et les jeunes animaux domestiques dans les milieux non encore infectés; pour cela il est indispensable d'éviter l'ingestion de lait suspect et la contamination possible des aliments par les bacilles provenant des déjections. D'autre part, il faut organiser, autour des sujets porteurs de germes, tout un système de dépistage basé sur l'examen clinique et bactériologique, ainsi que sur l'emploi judicieux des réactions tuberculiniques. — M. le Dr **M. Baudouin** : *La platybrachie et les races humaines néolithiques.* L'auteur a signalé antérieurement l'existence, à l'âge de la pierre polie, sur les humérus des jeunes enfants, de la *platybrachie*, c'est-à-dire d'un fort aplatissement latéral, au tiers supérieur de cet os, qui, à l'âge adulte, devient presque cylindrique, dans certaines races au moins. Ces faits, observés sur des pièces provenant de l'allée couverte de Vaudancourt (Oise), ont été retrouvés sur de nombreux ossements de la ciste vierge des Cous (Vendée). L'auteur y a noté également la présence d'un humérus d'adulte, ayant la forme désignée au tibia sous le nom de lame de sabre, et présentant un indice de platybrachie marqué. De l'ensemble de ses mesures, M. Baudouin déduit qu'il existait au Néolithique deux races très différentes : 1° celle à humérus présentant un tiers supérieur presque cylindrique (indice de platybrachie variant de 95 à 100), avec perforation oléocranienne dans la proportion de 10 à 30 %; 2° celle à humérus ayant une partie supérieure nettement aplatie (indice de platybrachie de 85 à 93, et descendant à 66,66 et même à 61,53 chez l'enfant), et ne présentant la perforation oléocranienne que très rarement (2 à 3 %). La première de ces races est le résultat d'un mélange de brachycéphales avec des dolichocéphales; la seconde est, au contraire, une race absolument pure, que l'auteur appelle la race dolichocéphale de petite taille des mégalithes funéraires de l'Ouest de la France.

Séance du 18 *Novembre* 1919

M. J. Lignières : *Contribution à la prophylaxie générale de la tuberculose humaine.* Tout en conservant les mesures applicables aux tuberculeux cliniquement malades, notamment l'hospitalisation hâtive, il est nécessaire, suivant l'auteur, que la prophylaxie générale à employer contre la tuberculose s'applique désormais contre toutes les expectorations, de quelque nature qu'elles soient, c'est-à-dire provenant de personnes saines ou malades, et à toutes les poussières. Il faut donc demander que les pouvoirs publics reconnaissent et poursuivent comme un délit l'action de cracher à terre et de faire de la poussière dans les lieux habités. Il n'est pas indispensable de stériliser les crachats émis dans les habitations; il suffit de les entraîner encore humides au dehors. On ne doit pas tousser librement dans un lieu habité; pendant la toux, un obstacle doit être placé devant la bouche, main ou mouchoir, pour éviter la pulvérisation dans l'air ambiant de gouttelettes dangereuses. C'est aux médecins traitants, au personnel des dispensaires, à celui des œuvres antituberculeuses,...

que revient la tâche si importante d'agir auprès des malades pour leur faire prendre toutes les précautions nécessaires et pour éduquer aussi leur entourage; mais c'est au public, instruit des causes principales de la tuberculose, d'exiger des autorités la stricte application des mesures générales de prophylaxie antituberculeuse.

Séance du 25 Novembre 1919

M. le Président annonce le décès de M. **R. Lépine**, Associé national, et de M. **P.-L. Ladame**, Correspondant étranger. — M. **G. Petit** est élu membre titulaire dans la Section de Médecine vétérinaire. — MM. **Gérard** (de Lille), **L. Maillard** (d'Alger) et **Aug. Lumière** (de Lyon) sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Physique et Chimie médicales et Pharmacie.

M. **H. Martel** : *Au sujet de l'approvisionnement en lait de Paris et de la banlieue.* La Commission nommée par l'Académie pour étudier cette question (voir p. 697) propose le vœu suivant : 1° Interdire la vente, sur les marchés aux bestiaux, dans les abattoirs, halles, marchés et étaux de boucherie, de la viande de veau gras dit « veau de lait » ou « veau blanc » ; 2° Supprimer la vente des fromages du type dit « petits suisses » ; 3° Exiger la stricte application du décret du 10 octobre 1919 sur l'usage du lait frais et de la crème à l'état frais et interdire la consommation de lait frais ou conservé dans les cafés, bars et maisons de thé; 4° Inviter la Préfecture de la Seine à étudier un système de répartition qui aurait pour but de mettre en tout temps à la disposition des malades du lait à l'état frais. Ce vœu est adopté par l'Académie. — M. **L. Lapicque**: *Chronaximétrie du cœur au point de vue pathologique et thérapeutique.* L'auteur montre que, dans un cœur normal, la vitesse fonctionnelle du faisceau de passage présente un rapport déterminé avec les vitesses fonctionnelles, d'ailleurs égales entre elles, des diverses cavités cardiaques. Diverses substances modifient d'une façon inégale la chronaxie fasciculaire et la chronaxie auriculo-ventriculaire; dès que le rapport de ces chronaxies s'écarte suffisamment de la proportion normale, la conduction intracardiaque est profondément troublée ou même arrêtée, et l'allorythmie se produit. Le fonctionnement normal du cœur est donc lié à un hétérochronisme défini entre le faisceau et les cavités.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Novembre 1919

MM. **P. Carnot**, **P. Gérard** et Mlle **S. Moissonnier** : *Présence, dans le sang de grands azotémiques, d'un corps azoté différent de l'urée.* Dans le sang de grands azotémiques, les chiffres de dosage d'azote par l'hypobromite et l'uréase sont très supérieurs aux chiffres donnés par le xanthydrol : le xanthydrol précipite électivement toute l'urée; une partie de l'azote dosé par l'hypobromite ou par l'uréase ne doit pas être rapportée à l'urée comme on le fait d'habitude et appartient à un autre corps plus ou moins voisin. — MM. **H. Roger** et **Levy-Valensi** : *Recherches comparatives sur les albumines du sang et des expectorations.* Les albumines des expectorations des tuberculeux et des pneumoniques ne proviennent pas d'une transsudation sanguine, car elles coagulent entre 42° et 43°, l'albumine du sang coagulant à 50°; dans l'œdème aigu du poumon, l'albumine provient du sang, car elle coagule à 50°. La méthode des précipitines conduit aux mêmes conclusions. — M. **J. Turchini** : *Rôle du chondriome dans la sécrétion rénale.* Quel que soit le mode d'introduction du bleu de méthylène, il commence, sans jamais être éliminé au niveau des glomérules, par s'amasser dans les espaces interlobaires; de là, progressant vers la lumière du tube, il teint le chondriome représenté par les bâtonnets de Heidenhain, se répand dans le cytoplasme superficiel et parvient dans la lumière du tube. — M. **J. Cluzet**: *Étude électro-cardiographique et radioscopique du cœur des athlètes.* L'effort maximum s'accompagne seulement de tachycardie, sans aucun trouble du rythme fondamental du cœur. Lorsque les muscles compris dans la dérivation du courant cardiaque ont participé à l'exercice d'entraînement, les tracés présentent une augmentation d'amplitude des ondulations secondaires. L'effort s'accompagne, en outre, d'une rétraction importante de l'aire cardiaque. — M. **A. Sézary** : *Vaccinothérapie intensive du rhumatisme blennorragique.* Le lipo-vaccin antigonococcique qui contient quinze milliards de germes non altérés par cm³ permet un traitement réellement *intensif* de cette affection. Au bout de quinze jours, l'articulation a retrouvé sa mobilité, sinon sa souplesse, normale. 4 à 6 injections sont le plus souvent nécessaires. — MM. **J. Bourcart** et **H. Laugier** : *Action du changement d'altitude sur l'éclosion des accès de paludisme secondaire.* Dans un bataillon opérant en Albanie méridionale, le passage d'une faible à une forte altitude (2.000 m.) produisit une augmentation considérable temporaire de la fréquence des accès de paludisme secondaire. Puis l'adaptation se fit et la fréquence redevint sensiblement la même qu'à faible altitude. — MM. **C. Pezzi** et **A. Clerc** : *Action de la quinine sur le cœur du chien.* La quinine a sur le cœur une action dépressive et modératrice, mais aussi une action modératrice, voire même paralysante, sur les systèmes nerveux inhibiteur et accélérateur. En outre, l'excitabilité même du cœur est remarquablement diminuée. — M. **H. Piéron** : *De la loi de variation des temps de latence en fonction des intensités excitatrices pour les sensations auditives.* L'auteur a repris ses expériences antérieures sur le sujet en utilisant cette fois comme source sonore la lame vibrante d'un chronoscope de Hipp en marche, que le sujet écoute à distance au moyen d'un transmetteur téléphonique. Les résultats obtenus montrent que les sensations auditives, comme les sensations cutanées, dues à une excitation électrique, admettent la validité, en première approximation, d'une formule déduite de la loi d'Hoorweg-Weiss : $i\,t = a + b\,t$, où i est l'intensité excitatrice et t le temps de latence. — M. **A. Boquet** : *Sur les effets des injections intraveineuses d'hydrosols de gélose.* Ces injections produisent chez le cheval, qui y est extrêmement sensible, des phénomènes analogues au choc anaphylactique. Les accidents ainsi provoqués semblent résulter d'un obstacle mécanique à la circulation sanguine, sous la forme d'embolies.

Séance du 15 Novembre 1919

M. **Clogne** : *Du dosage de l'alcalinité du sang.* En effectuant des dosages successifs sur une même quantité de sérum, avec des quantités différentes de solution décinormale acide, on voit l'alcalinité de la solution croître en raison directe de la quantité de solution acide utilisée au départ. — M. M. **Tiffeneau** : *Sur la diacétylapomorphine.* Elle fournit un chlorhydrate soluble dont les solutions sont stables; elle est deux fois plus active que l'apomorphine qu'elle contient et agit chez le chien avec la même rapidité que cette dernière, quel que soit le mode d'injection. Le dédoublement de cette substance dans l'organisme ne paraît donc pas nécessaire pour produire l'effet émétique; on peut cependant supposer que ce dédoublement a lieu au niveau de la cellule sensible. — MM. **B. G. Duhamel** et **R. Thieulin** : *Localisation de l'or colloïdal électrique dans les organes.* La rate et le foie ont un rôle prépondérant dans la fixation des granulations métalliques. Il y a absence de lésions histologiques notables dans les viscères des animaux traités par l'or colloïdal électrique. — MM. **A. Rouquier** et **R. Tricoire** : *Action de l'éther sur certains microbes pathogènes ou non pathogènes pour l'homme.* Certains microbes sont tués après un contact avec l'éther de 1/4 d'heure à 1 heure (bac. pyocyanique, méningocoque B, bac. de Shiga; etc.); d'autres (bac. diphtérique, bac. de Hiss, bac. de Strong, etc.) sont tués en moins de 24 heures et en plus d'une heure. Le streptocoque, l'entérocoque, le staphylocoque doré, le colibacille ne sont tués qu'après plusieurs jours (de 3 à

15). Le pneumocoque n'est pas tué après 10 jours; certains anaérobies sporulés sont encore vivants après 8 jours. — MM. **E. Gley** et **A. Quinquaud** : *La sécrétion surrénale d'adrénaline n'est pas nécessaire au maintien de la pression artérielle.* Les auteurs ont répété les expériences de Strohl et Weiss sur cette question et sont arrivés à un résultat absolument contraire : jamais l'extirpation de la surrénale droite, suivie de la ligature de la veine lombo-surrénale gauche, n'a fait baisser la pression artérielle.— M. **M. Arthus** : *Venin de Daboïa et extraits d'organes.* Ce venin est coagulant : injecté à dose suffisante dans les veines du lapin, il provoque une thrombose généralisée; ajouté au sang extrait des vaisseaux au moment de la prise, il en accelère la coagulation. Le venin de Daboïa est rigoureusement équivalent aux extraits d'organes en ce qui concerne ses actions coagulantes. *Action antagoniste du venin de Daboïa et du venin de Cobra sur la coagulation des plasmas oxalatés et citratés.* Le venin de Cobra est anti-coagulant *in vivo* et *in vitro*. Il exerce une action nettement antagoniste de celle du venin de Daboïa. — M. **E. Leblond** : *Le passage de l'état de gel à l'état de sol dans le protoplasme vivant.* La structure colloïdale des protoplasmas mise hors de conteste, on considère généralement qu'ils se présentent à l'état de gels. L'étude que l'auteur a faite d'un grand nombre d'algues d'eau douce le conduit à admettre l'existence d'hydrosols dans la substance vivante. Hydrogels et hydrosols semblent constituer des états transitoires et alternants du protoplasma, répondant chacun à des stades particuliers de l'évolution cellulaire. — M. **H. Piéron** : *Temps de latence et temps d'action liminaires. Interprétation de la loi générale de variation en fonction des intensités excitatrices.* Lorsque la loi théorique $it = a + bt$ est applicable, la signification des constantes est la suivante : l'une, la constante a, représente l'énergie correspondant au seuil pour l'intensité liminaire absolue (rhéobase de Lapicque), et par suite, si celle-ci est faite égale à 1, par convention, le temps pendant lequel l'excitation rhéobasique ajoute ses effets, c'est-à-dire le temps de sommation limite (pendant lequel l'addition latente de l'énergie l'emporte sur la fuite); la constante b représente l'appoint énergétique nécessaire pour compenser la fuite d'énergie et donne par conséquent une mesure de l'importance de cette fuite dans chaque cas. — M. **J. Comandon** : *Tactisme produit par l'amidon sur les leucocytes. Enrobement du charbon.* Levaditi et Mutermilch ont montré que la phagocytose s'opérait en deux temps : 1° attachement de l'antigène ou du microbe sensibilisé au leucocyte; 2° enrobement, puis digestion de l'antigène. Les expériences de l'auteur montrent que, dans bien des cas, on doit considérer un troisième temps, qui se place au début du phénomène : c'est le temps du *tactisme*, de l'attraction à distance. Des parasites comme l'Hématozoaire, des corps étrangers comme l'amidon, provoquent ces trois temps : 1° tactisme ; 2° attachement et enrobement ; 3° digestion. Le charbon ne subirait que le deuxième temps : attachement et enrobement.

M. **A. Mawas** et **H. Guilleminot** sont élus membres titulaires de la Société.

Séance du 22 Novembre 1919

M. **J. Giaja** : *Action successive des deux genres d'émulsines sur l'amygdaline.* Un ferment qui était capable de mettre en liberté HCN et du sucre réducteur aux dépens de la molécule d'amygdaline n'est plus en état de mettre ces substances en liberté lorsqu'elles sont contenues dans des produits de désagrégation de cette molécule. Les actions fermentaires sont donc influencées par la constitution chimique de la molécule, qui n'est plus attaquable du fait qu'elle a été simplifiée, tout en contenant encore les produits que le ferment mettait en liberté avant qu'elle ne fût simplifiée. — M. **L. Pron** : *Mucus gastrique et réaction du biuret.* Il est difficile d'établir une relation entre la teneur des liquides gastriques en mucus et l'intensité de la réaction du biuret qu'ils donnent à froid. De plus, l'estomac peut contenir, en outre, de la pseudo-mucine biliaire; et d'autre part le mucus se trouvant dans l'estomac existe sous des conditions de digestibilité variable. — M. M. **Arthus** : *De l'état d'anaphylaxie à l'état d'immunité.* Après la 6e ou 7e injection, l'immunité anticrotalique (venin de *Crotalus adamanteus*) a succédé à l'anaphylaxie crotalique, pour la dose de 4 cm³ d'une solution à 1 pour 20.000 de venin injectée dans les veines. — M. **E. Wollman** : *Larves de mouche* (Calliphora vomitoria) *et vitamines.* Lorsqu'on nourrit de jeunes rats avec du riz et de la cervelle stérilisés à 134° pendant une heure et demie, ils se comportent comme des animaux mis à un régime très pauvre en vitamines. Il suffit d'ajouter à leur nourriture de petites quantités de larves élevées sur cervelle stérilisée pour que la croissance soit fortement activée. Il semble que les larves emmagasinent et concentrent les vitamines qui se trouvent à l'état de traces dans leur nourriture. — Mlle **M. Parhon** : *Sur la teneur en calcium et en magnésium du sang total, frais et desséché, dans l'épilepsie, la manie et la mélancolie.* Dans la mélancolie, la quantité de Ca et de Mg du sang est beaucoup plus forte qu'à l'état normal; or on sait que ces éléments en grande quantité ont une action inhibitrice sur le système nerveux; c'est ce qui pourrait expliquer jusqu'à un certain point l'état de dépression et l'apathie de ces malades. Dans la manie et dans l'épilepsie, on trouve par contre une diminution de Ca et Mg dans le sang, fait qui pourrait expliquer l'hyperexcitabilité du système nerveux. — MM. **B. G. Duhamel** et **R. Thieulin** : *Action des injections intraveineuses d'or colloïdal sur le cœur, la pression sanguine et la respiration.* Les injections intra-veineuses d'or colloïdal électrique chez l'animal provoquent, pour la respiration, une augmentation passagère du nombre des mouvements, avec augmentation d'amplitude. L'action sur le cœur se traduit par une augmentation lente du nombre et de l'amplitude des contractions. L'action immédiate sur la pression artérielle est faible et échappe à la mesure.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 14 Novembre 1919

MM. **P. Nicolardot** et **Ch. Coffignier** indiquent les résultats obtenus par l'étude de dix échantillons de résines de Cochinchine, remises par l'Office colonial. Ces résines, cassantes et friables, ne semblent pas pouvoir convenir pour la fabrication des vernis. — M. **G. Tanret** : *Sur la miellée du peuplier* (voir p. 665).

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Octobre 1919

M. **J. H. Shaxby** : *Microbalance simple et peu coûteuse.* Cet instrument, qui a été combiné pour des recherches bactériologiques, consiste en une longue fibre horizontale joignant les extrémités inférieures de deux barres verticales, chacune pivotant très peu au-dessus de son centre de masse. Un petit poids agissant sur le milieu de la fibre provoque ainsi une dépression considérable. On lit celle-ci au moyen d'un curseur glissant sur une échelle verticale graduée en mm. et placée à environ 65 cm. en avant, de telle sorte que le milieu de la fibre et une seconde fibre courte placée juste derrière elle soient en ligne avec un trou situé sur le curseur. Les déviations sont converties en masses au moyen de poids calibrés. Cet appareil a été bâti avec des pièces du jeu « Mecano ». — M. **J. W. T. Walsh** : *La résolution d'une courbe en un certain nombre de composantes exponentielles.* L'auteur donne une méthode pour la résolution d'une courbe de la forme exponentielle composée

$$y = \sum_{1}^{n} a_1 e^{-\lambda_1 t}$$

dans ses composantes; les valeurs de a et λ pour les n termes exponentiels différents s'obtiennent au moyen de $2n$ valeurs de B, équidistantes le long de l'axe des t. L'auteur donne aussi une méthode pour trouver les valeurs les plus probables de ces constantes d'après un nombre quelconque ($< 2n$) de valeurs observées de B prises à des intervalles irréguliers de t.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 3 Mai 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **L. E. J. Brouwer** : *Enumération des transformations périodiques du tore.* — MM. J. Cardinaal et W. Kapteyn présentent deux notes de M. **Fred. Schuh** : *Définition générale de limite avec application à des théorèmes de limites. Définition générale de la convergence uniforme avec application à la permutabilité des passages à la limite.* — MM. H. A. Lorentz et J. C. Kluyver présentent deux travaux de M. **H. B. A. Bockwinkel** : *Remarques sur le développement d'une fonction en une série à facultés. III. Sur la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction soit développable en une série à coefficients binomiaux.* — MM. J. Cardinaal et H. Lorentz présentent un travail de M. **J. A. Schouten** : *Sur des développements en série de formes algébriques à diverses rangées de variables de degrés différents.*

2° Sciences physiques. — M. **P. Zeeman** : *La propagation de la lumière dans des solides transparents en mouvement. I. Appareil pour l'observation de l'effet Fizeau dans des solides.* — M. **P. Zeeman** et Mlle **A. Snethlage** : *La propagation de la lumière dans des solides transparents mobiles. II. Mesures de l'effet Fizeau dans le quartz.* — MM. H. A. Lorentz et W. H. Julius présentent un travail de MM. **L. S. Ornstein** et **F. Zernike** : *La courbe d'hystérésis pour des agrégats cristallins.* Correction de la théorie de Weiss en tenant compte de la force démagnétisante. — MM. W. H. Julius et H. Haga présentent un travail de M. **P. H. van Cittert** : *La constitution du rayonnement solaire.* La distribution de l'intensité lumineuse sur le disque solaire s'explique bien en admettant que le Soleil est une masse gazeuse incandescente, dont la température et la densité diminuent d'une manière continue de l'intérieur vers l'extérieur et dont les couches extérieures se composent de masses gazeuses peu lumineuses, peu absorbantes, mais fortement diffusantes et réfractant irrégulièrement la lumière. — MM. J. Boeseken et J. P. Kuenen présentent un travail de M. **H. P. Barendrecht** : *L'uréase et la théorie de rayonnement de l'action des enzymes.* III. Etude de l'influence de substances étrangères sur l'activité de l'uréase. — M. P. van Romburgh présente une note de M. **A. W. K. de Jong** : *Les acides truxilliques.* — MM. J. Boëseken et A. F. Holleman présentent un travail de M. **H. J. Prins** : *Sur la condensation du formaldéhyde avec quelques combinaisons non saturées.*

3° Sciences naturelles. — M. **J. F. van Bemmelen** : *Le rapport des espèces du genre* Saturnia, *jugé d'après le dessin coloré de leurs ailes.* — MM. F. A. F. C. Went et J. W. Moll présentent un travail de M. **H. L. van de Sande Bakhuyzen** : *Photoréaction de croissance et sensibilité à la lumière chez* l'Avena sativa.

Séance du 31 Mai 1919

1° Sciences mathématiques. — M. H. A. Lorentz et J. C. Kluyver présentent un travail de M. **H. B. A. Bockwinkel** : *Sur deux points relatifs aux fonctions génératrices de Laplace.* — MM. W. de Sitter et J. C. Kapteyn présentent un travail de M. **J. Weeder** : *La flexion des cercles d'une lunette méridienne.*

2° Sciences physiques. — MM. H. Kamerlingh Onnes et H. A. Lorentz présentent un travail de M. **G. Nordström** : *Remarques sur l'absence de rayonnement d'une charge électrique se mouvant conformément à des conditions de quanta.* L'auteur montre que, lorsqu'on dit que la théorie atomique de Bohr est en contradiction avec l'Electrodynamique classique, parce qu'elle admet qu'un électron qui se meut conformément à des conditions de quanta ne rayonne pas d'énergie, on n'exprime pas exactement en quoi la contradiction existe. — M. **P. Zeeman** et Mlle **A. Snethlage** : *La propagation de la lumière dans des solides transparents mobiles.* II. *Mesures de l'effet Fizeau dans le quartz* (suite). — MM. H. A. Lorentz et P. Zeeman présentent un travail de M. **T. van Lohuyzen** : *L'effet Zeeman anomal.* L'auteur se pose la question de savoir si la décomposition magnétique dépend uniquement des trajectoires entre lesquelles passe l'électron ou si la façon dont le passage a lieu joue un rôle. Sa réponse est que le mode de passage n'a pas d'influence. — MM. W. H. Julius et J. P. Kuenen présentent un travail de M. **K. F. Niessen** : *Théorie d'une méthode de déduction de la distribution de l'énergie dans un domaine spectral étroit à partir de la distribution observée dans un interféromètre.* — MM. J. Boeseken et S. Hoogewerff présentent un travail de M. **H. P. Barendrecht** : *L'uréase et la théorie de rayonnement de l'action des enzymes.* IV. L'auteur conclut que l'enzyme uréase agit par un rayonnement qui est absorbé uniquement par son substratum, l'urée et les ions H. Cette théorie explique les faits observés. L'auteur émet en outre l'hypothèse que le rayonnement de l'uréase lorsqu'il est affaibli produit la synthèse de l'urée. — M. **P. van Romburgh** : *Sur l'alcool non saturé contenu dans l'huile essentielle de feuilles de thé fraîchement fermentées.* Cet alcool est identique au $\beta\gamma$-hexénol.

3° Sciences naturelles. — M. **C. Winkler** : *Sur la cyclopie avec conservation du rhinencéphale.* Examen de quelques monstres présentant la cyclopie, souvent accompagnée de synotie; une forme remarquable de cyclopie est la forme céboсéphale, parce que le rhinencéphale est intact. — MM. Max Weber et C. P. Sluiter présentent un travail de M. **P. N. van Kampen** : *Sur la phylogenèse du poil des Mammifères.* L'auteur suppose que les poils des Mammifères ont même origine que les organes fémoraux des Sauriens; ils proviennent de glandes cutanées. — MM. **H. Zwaardemaker** et **H. Zeehuisen** : *Sur la relation qui existe pour les matières odorantes entre le phénomène de charge électrique par pulvérisation et l'intensité de l'odeur.* L'intensité de l'odeur et le pouvoir de charge atteignent leur limite de perceptibilité vers le même degré de dilution. — MM. G. A. F. Molengraaff et J. F. van Bemmelen présentent un travail de M. **P. Kruizinga** : *Quelques nouvelles espèces de blocs erratiques sédimentaires de Groningue.*

J. E. V.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE

Séance du 14 Juin 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Demoulin** : *Sur les transformations de Ribaucour.* En 1911, l'auteur a énoncé et démontré trois théorèmes relatifs à une pareille transformation. Il résume maintenant la démonstration d'un de ces théorèmes et en démontre d'autres.

2° Sciences physiques. — M. **J. E. Verschaffelt** : *Les différences de potentiel anodique et cathodique dans le transport de l'électricité par un électrolyte.* Applications de la théorie osmotique des forces électromotrices de contact entre un métal et une solution d'un de ses sels; lois du courant électrique entre deux électrodes métalliques plongées dans un électrolyte. — M. **Th. de Donder** : *La gravifique.* III. Applications de la théorie à divers champs gravifiques.

J. E. V.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

30e ANNÉE N° 24 30 DÉCEMBRE 1919

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences, de l'Académie de Médecine

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 8 décembre, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans la Section des Académiciens libres, en remplacement de M. Landouzy, décédé. Une Commission spéciale avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. Paul Janet ; 2° MM. M. d'Ocagne, J. Renaud, A. Robin, P. Séjourné et E. Simon. Au second tour de scrutin, M. Paul Janet a été élu par 38 suffrages, contre 25 à M. A. Robin et 1 à M. M. d'Ocagne. Le nouvel académicien, qui est professeur à la Faculté des Sciences de Paris et directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité, est bien connu par d'importants travaux en Electricité pure et appliquée.

Dans sa séance du 15 décembre, l'Académie avait à procéder au choix d'un 5e membre dans la nouvelle Division des Applications de la Science à l'Industrie, d'après une liste de candidats comprenant : 1° M. Louis Lumière ; 2° M. Ch. Rabut ; 3° MM. B. de Fontviolant, L. Guillet, M. Laubeuf et M. Prudhomme. Au premier tour de scrutin, M. Louis Lumière a été élu par 37 suffrages sur 60 votants. Le nom du nouvel académicien, comme on le sait, est inséparable des progrès qui ont été réalisés en France depuis plus de 30 ans dans le domaine des applications de la Chimie à la Photographie.

§ 2. — Physique

Déformation élastique isotherme et adiabatique. — Une déformation élastique brusque, qui produit des changements de longueur d'un corps ou d'une partie d'un corps, est accompagnée, chez tous les corps dont le coefficient de dilatation n'est pas nul, d'un changement de température dont l'effet sera, dans tous les cas, une diminution de la déformation. Si, au bout d'un certain temps, les températures primaires se rétablissent, on voit la déformation élastique, produite par la force constante, augmenter légèrement. Si la force déformante cesse brusquement, le corps ne revient que lentement à sa forme primitive. Ce phénomène est souvent confondu avec un défaut d'élasticité (déformation résiduelle, viscosité).

M. Aug. Piccard[1] vient de signaler une petite expérience, facile à faire même dans un cours, qui met la nature du phénomène bien en évidence : On produit par un poids une faible flexion d'un tube de verre, que l'on amplifie par la projection ; la déformation retardée est très visible. On répète la même expérience pendant que le tube trempe dans l'eau ; le retard de la déformation est encore visible, mais la position finale est atteinte beaucoup plus vite, parce que l'eau rétablit très vite les températures initiales.

Le problème peut facilement être traité analytiquement au moyen de second théorème de la Thermodynamique. On trouve pour la déformation ultérieure chez l'acier et chez le laiton à peu près 1 %, chez le verre 3 %, tandis que l'observation faite au cours a donné à l'auteur 2,5 % avec un tube de verre.

Le phénomène décrit peut occasionner des erreurs dans certains appareils de mesure qui sont étalonnés statiquement et employés balistiquement, s'ils sont munis d'un ressort à flexion ou d'une corde tendue.

L'emploi des tuyaux sonores pour la détermination du nombre de vibrations d'un son quelconque. — Si, à l'embouchure d'un tuyau fermé ou ouvert, on place un corps vibrant, par exemple un diapason, le son produit par ce corps subit un renforcement, c'est-à-dire une augmentation d'intensité. Et si la longueur du tuyau peut varier, on sait qu'on obtient le maximum d'intensité lorsque l'air vibre dans le tuyau à l'unisson avec le corps, ce qui devrait arriver lorsque le tuyau a une longueur L donnée par la formule : $L = v/4\,N$ pour un tuyau fermé, ou $L = v/2\,N$ pour un tuyau ouvert, L représentant la longueur que le tuyau devrait avoir, v la vitesse de propagation du son dans l'air à la température de l'expérience et N le nombre des vibrations complètes de l'air par seconde, lorsque le tuyau donne la note fondamentale, c'est-à-dire la note la plus grave qu'il peut donner.

1. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 5e pér., t. I, p. 519 ; nov. 1919.

Mais l'expérience montre que cette longueur est toujours un peu plus grande que la longueur L du tuyau. Cela tient, comme l'a signalé M. F. Borrini à la dernière séance de la Société suisse de Physique[1], à ce que, pour déduire les formules, on a admis qu'à l'embouchure du tuyau fermé, ou aux deux embouchures du tuyau ouvert, se produisent des ventres quand l'air vibre, alors qu'effectivement ils se produisent à une petite distance de l'embouchure ou des embouchures du tuyau. Par tâtonnements, il n'est pas difficile de déterminer expérimentalement la vraie position que le diapason doit occuper pour que le renforcement du son soit maximum. On le dispose avec les branches perpendiculaires à l'axe du tuyau, l'une au-dessus de l'autre, et à une distance de quelques cm. du tuyau, après avoir déterminé par tâtonnements et avec une certaine approximation la longueur que le tuyau doit avoir pour que le renforcement du son soit à peu près maximum. On approche alors le diapason du tuyau et on règle de nouveau peu à peu la longueur du tuyau par de petits allongements ou raccourcissements jusqu'au moment où l'on arrive à trouver la position vraie que le diapason doit occuper pour que le renforcement du son soit maximum.

M. Borrini s'est proposé de rechercher la relation qui existe entre la distance du diapason au tuyau trouvée par l'expérience et la même distance déduite par le calcul; il a expérimenté avec deux diapasons sur des tuyaux fermés et des tuyaux ouverts.

Les résultats obtenus montrent que, pour les tuyaux fermés, la valeur $L-l$ calculée est égale à la valeur $L-l$ mesurée, tandis que, pour les tuyaux ouverts, $L-l$ mesurée est toujours à peu près la moitié de $L-l$ calculée; cela prouve que des perturbations se produisent aux deux extrémités des tuyaux ouverts.

§ 3. — Chimie physique

Relation entre les propriétés magnétiques des métaux et leur pouvoir d'occlusion pour l'hydrogène. — M. P. Smith, dans une étude très documentée[2], formule une remarque intéressante relative à la relation entre les propriétés magnétiques des métaux et leur pouvoir d'occlusion pour l'hydrogène.

Des données qu'il a rassemblées, il résulte que les éléments dont les susceptibilités magnétiques spécifiques sont supérieures à environ $0{,}9.10^{-6}$ appartiennent, à l'exception du rhodium, à la catégorie de ceux qui absorbent l'hydrogène en proportions notables. Inversement, tous les éléments qui ont été reconnus susceptibles d'occlure l'hydrogène à un degré mesurable ont des susceptibilités qui dépassent la valeur précédente, à l'exception peut-être du cuivre et du thorium.

Ainsi, la capacité d'un métal à occlure l'hydrogène serait corrélative de propriétés magnétiques intenses. La raison de cette corrélation n'est pas connue. De nombreuses mesures de propriétés magnétiques et de pouvoirs d'occlusion seraient d'ailleurs nécessaires pour l'établir définitivement. Il y a là, croyons-nous, tout un champ d'études intéressant que nous signalons à l'attention des physico-chimistes. A. B.

§ 4. — Agronomie

Le Sump, *Balanites ægyptiaca* Del. — M. Paul Ammann publie dans l'*Agronomie coloniale*[3] un certain nombre de renseignements sur cet arbre de l'Afrique Occidentale. Parmi les documents intéressants apportés par l'auteur à la connaissance de cette espèce, l'étude des fruits mérite une mention spéciale. Ils sont composés d'une amande fusiforme oléagineuse enfermée dans une coque dure et fibreuse. Ce noyau est lui-même contenu dans une pulpe sucrée qu'entoure une enveloppe légèrement parcheminée. L'amande contient 41,80 °/₀ de matière grasse et 25,32 °/₀ de matières azotées, mais le noyau présentant des difficultés très grandes pour son concassage, l'utilisation industrielle de l'amande, qui ne représente que 8,8 °/₀ du fruit, semble sans intérêt.

La pulpe externe, au contraire, par la matière fermentescible qu'elle contient, capable de donner 9,7 à 10,8 cm³ d'alcool pour 100 gr. de fruits, paraît susceptible d'utilisation. Toutefois ce rendement ne peut satisfaire une industrie qui importerait les fruits du sump. Leur utilisation sur place — les indigènes en font une boisson par macération dans l'eau — paraît seule possible.

L'ensemble des résultats de l'étude de ces fruits est résumé par les nombres suivants :

Composition du fruit :	
Pulpe sucrée	42,9 °/₀
Coque	48,3 °/₀
Amande oléagineuse	8,8 °/₀

La pulpe sucrée contient 40,3 °/₀ de sucres.

Enfin la quantité de fruits que l'on pourrait réunir chaque année au Sénégal atteindrait cinq à six mille tonnes. L. R.

§ 5. — Zoologie

La destruction des larves de moustiques dans l'eau renfermant des *Chara foetida*. — M. A. Caballero rapporte une observation curieuse[1] faite au cours de l'été dernier au Laboratoire de Botanique de l'Université de Barcelone.

Dans trois grands cristallisoirs en verre, on cultivait, pour les besoins de l'enseignement, diverses plantes aquatiques, soit : en A, des *Chara foetida* et quelques *Lemna minor*; en B, des *Helodea canadensis* et *Potamogeton pectinatus*; en C, des *Potamogeton fluidans* et *Apium nodiflorum*. A un certain moment, le Laboratoire se trouva envahi par une foule de *Stegomyia*, et simultanément on constata la présence de nombreuses larves de ce moustique dans les cristallisoirs B et C, tandis que le cristallisoir A en était totalement dépourvu. L'examen d'un réservoir de 4 m. de surface et de 1 m. de profondeur, d'où avaient été pris les *Chara*, révéla également une absence complète de larves de moustiques, bien que les *Culex* abondassent dans le voisinage.

Pour démontrer s'il existe bien une relation de cause à effet entre la présence de *Chara* dans l'eau et l'absence de larves de moustiques, M. Caballero a entrepris une série d'expériences très précises. D'une part, il plaçait un cristallisoir plein d'eau contenant des *Chara* dans un endroit où pullulaient les moustiques ; jamais il n'a observé la moindre ponte, ni le moindre développement de larve dans cette eau. D'autre part, il apportait, dans un cristallisoir analogue, des œufs, des larves ou des nymphes de *Stegomyia*, de *Culex* et d'*Anopheles* et il en observait le développement; dans tous les cas, celles-ci meurent au bout d'un temps plus ou moins long, sans donner naissance à des insectes parfaits.

En même temps, M. Caballero a observé que, dans les cristallisoirs renfermant des *Chara*, il commence à se former, au bout de 24 heures, des taches blanchâtres, avec irisations, ressemblant à celles que produisent les gouttes de pétrole, et qui envahissent peu à peu la surface de l'eau jusqu'à former, dans certains cas, une fine pellicule continue, de couleur gris clair; cette pellicule, frottée entre les mains, est de consistance solide et produit la sensation d'une substance grasse. On la retrouve dans le réservoir extérieur contenant des *Chara*. Il ne paraît pas douteux que cette substance constitue un

1. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 5e pér., t. I, p. 541; nov. 1919.

2. Donald P. Smith : *Journal of Physical Chemistry*, t. XXIII, p. 186-202; mars 1919.

3. Sur l'utilisation du Sump (*Balanites ægyptiaca* Del.). *L'Agronomie Coloniale*, sept.-oct. 1919. Larose, éditeur.

1. *Boletin de la Real Soc. española de Historia nat.*, t. XIX, n° 8, p. 449; oct. 1919.

obstacle à la respiration des larves de moustiques, et que celles-ci meurent par asphyxie.

L'auteur n'est pas en mesure de préciser la quantité minimum de *Chara* qu'il faut cultiver dans un volume donné d'eau stagnante pour empêcher le développement des larves de moustiques; mais il l'estime à 1/8 au moins du volume de l'eau.

Il est possible que d'autres Characées exercent sur les larves de moustiques une action semblable à celle de la *Chara foetida*. En tout cas, la rusticité de cette dernière et la rapidité de sa multiplication doivent encourager à l'introduire dans toutes les mares et lagunes qui sont les lieux préférés de ponte des moustiques.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Le trafic du Rhin et le port de Strasbourg[1]. — C'est sur le bas Rhin, en aval de Duisburg, que le trafic est aujourd'hui de beaucoup le plus important et qu'il a le plus progressé. Tandis que le courant de Duisburg à Mannheim n'a gagné, de 1900 à 1912, que 2 à 3 millions de tonnes (15 %), celui en aval de Duisburg a augmenté de 10 millions de tonnes (75 %). Les principaux éléments de trafic sont le charbon, les céréales, les minerais et les fers. Le Rhin est de plus en plus un fleuve charbonnier, qui s'approvisionne dans le bassin de la Ruhr et qui se répand par le Main jusqu'à Francfort et Hanau, par le Neckar jusqu'à Heilbronn, qui suit le canal Dortmund-Ems, qui pénètre en Hollande et en Belgique et qui, à l'autre extrémité du fleuve, remonte le canal de la Marne au Rhin, à la rencontre du charbon de la Sarre. On peut prévoir dans l'avenir un courant d'échange entre la houille anglaise et nos minerais lorrains.

Le trafic des céréales a augmenté d'intensité de 1900 à 1912, mais il n'a pas cessé d'être un courant d'importation dirigé à peu près exclusivement vers l'amont, en provenance des ports belges et hollandais, où arrivent les blés d'Amérique, de Russie et de Roumanie, à destination principalement des pays allemands, de l'Alsace et de la Suisse. Le trafic des minerais comprend un courant d'amont, qui n'a guère augmenté et qui est de beaucoup le plus faible, composé des pyrites et surtout du minerai de fer de la Sieg, arrivant par la Lahn, et un courant d'aval, en forte progression, alimenté par les minerais de Suède, d'Espagne et d'Algérie, qui arrivent principalement à Rotterdam. Tous ces minerais sont destinés à la métallurgie de la Ruhr, centre vital de la navigation rhénane, à la fois foyer d'appel et centre de diffusion.

Quelle est la part de Strasbourg dans le trafic rhénan? Quelles sont ses possibilités d'avenir? Pendant longtemps les bateliers strasbourgeois sillonnèrent le Rhin jusqu'à son embouchure et exercèrent leur prépondérance sur la navigation; c'est que Strasbourg, comme l'indique son nom, était un nœud de routes terrestres importantes où les marchandises venaient emprunter la voie d'eau, et presque tout le trafic se faisait à la descente. Il en fut ainsi jusqu'au moment où les progrès de la navigation maritime provoquèrent une révolution économique complète dans les conditions économiques du bassin rhénan. Les routes maritimes remplacèrent les routes terrestres, et Strasbourg perdit peu à peu de son importance comme place de commerce. Napoléon lui donna un regain de prospérité en en faisant de nouveau un centre d'entrepôt et de transit; la navigation reprit surtout à partir de 1826, mais, en 1855, elle cessait complètement, dans l'impossibilité de tenir tête à la concurrence des chemins de fer. Strasbourg se retournait alors complètement vers la France, attirée par le trafic des canaux français : le canal du Rhône au Rhin, achevé en 1832, et le canal de la Marne au Rhin, inauguré en 1853. Le traité de Francfort vint rejeter Strasbourg du côté du Rhin et de l'Allemagne, mais il lui fallut de longues années pour reprendre sa place dans la navigation rhénane. Après avoir longtemps hésité entre un canal latéral et l'aménagement du fleuve, la ville se décida à créer un port à la jonction des deux canaux français et du Rhin; il fut inauguré en 1892, et son trafic progressait immédiatement de 11.000 tonnes, l'année d'ouverture, à 354.000 tonnes, en 1896. Reconnu insuffisant, un nouveau port était construit de 1898 à 1901, dans l'île des Epis, entre le Rhin et l'un de ses bras, le Petit-Rhin. En 1907, commençaient les travaux de régularisation du fleuve, en accord avec les Etats riverains. L'augmentation du trafic a marché de pair avec les améliorations apportées à la voie fluviale, et l'on est arrivé, en 1913, au chiffre de 1.989.000 tonnes, soit 1.656.000 tonnes aux arrivages, et 333.000 tonnes aux expéditions. Le courant d'aval se compose principalement de combustibles minéraux (56,46 %) et de céréales (31,2 %). Toutes les entreprises de navigation qui desservaient jusqu'ici le port de Mannheim étendent maintenant leurs services jusqu'à Strasbourg, à l'exception des services de voyageurs.

En 1912, Strasbourg venait déjà au 6e rang des ports rhénans, dépassé seulement par Duisburg, Mannheim, Ludwigshafen, Düsseldorf et Alsum; sa prospérité a poussé le Grand-duché de Bade à créer en face, sur l'autre rive, le port concurrent de Kehl, en faveur duquel rien n'a été négligé pour lui assurer la prépondérance. Cependant, en 1912, Kehl n'atteignait que le quart du trafic de Strasbourg, soit 415.000 tonnes. Le port de Kehl se compose de deux bassins se trouvant à la hauteur d'un coude du fleuve; son accès est plus facile que celui de Strasbourg, mais la plaine badoise est étroite, tandis que celle d'Alsace, beaucoup plus large, a facilité l'établissement des canaux d'accès. D'autre part, des précautions ont été prises dans le traité de paix, qui porte que les ports de Kehl et de Strasbourg seront constitués en un organisme unique, avec un directeur français, sous le contrôle de la Commission centrale du Rhin, pendant une période de 7 ans, qui pourra être prolongée de 3 ans par ladite Commission.

L'avenir de Strasbourg est intimement lié au développement et à l'aménagement des canaux d'accès. C'est là une de ses supériorités sur les autres ports rhénans, et c'est ainsi, notamment, qu'il peut distribuer le charbon à meilleur compte que Mannheim, de même qu'il se trouve relié à deux bassins houillers différents, celui de la Ruhr et celui de la Sarre. Un autre avantage lui est réservé au point de vue du fret de retour : si Kehl dispose des bois de la Forêt-Noire, Strasbourg bénéficiera des sels de potasse de la Haute Alsace.

Grâce à la liberté de navigation sur le fleuve, Strasbourg peut être considéré comme un port de la mer du Nord et assimilé aux ports maritimes français; c'est un vœu du commerce strasbourgeois qui doit être réalisé et que les grandes Chambres de Commerce françaises ont approuvé. Mais, pour cela, il faut dispenser de la surtaxe d'entrepôt les marchandises qui arriveront à Strasbourg par Anvers ou Rotterdam.

Enfin, si la navigation rhénane doit continuer jusqu'à Bâle par le canal latéral dont nous avons parlé, et si Strasbourg cesse d'être un terminus, il faut qu'à l'instar de Mannheim, il compense la perte de son rôle de transbordeur par le développement de sa fonction industrielle. Rien ne lui manque pour cela : les terrains d'agrandissement du port, le charbon, les matières premières minérales et agricoles, l'énergie électrique que l'on retirera bientôt du fleuve, sans compter l'admirable initiative de ses habitants, de sa Municipalité et de sa Chambre de Commerce.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

1. Cf. les cartes très expressives que M. E. de Martonne a dressées pour illustrer son étude déjà citée : *Conditions physiques et économiques de la navigation rhénane*. Travaux du Comité d'études. Paris, Imprimerie Nationale, 1918. — *Strasbourg, port du Rhin*. 1 plaquette illustrée, avec 3 cartes hors texte. Publication de l'Administration municipale des ports de la ville de Strasbourg. Strasbourg, 1914.

LES MIGRATIONS DES MAMMIFÈRES AMÉRICAINS ET AFRICAINS A TRAVERS LES RÉGIONS ATLANTIQUES PENDANT LES TEMPS NÉOGÈNES

L'Europe et l'Amérique du Nord ont appartenu, pendant de longues périodes géologiques, à un même continent, le *continent nord-atlantique*. A l'époque nummulitique, cette vaste terre était divisée en deux par une mer néritique s'étendant du Spitzberg, du Grönland, de l'Islande et des îles Britanniques au bouclier finno-scandinave. Par un large détroit comprenant l'Angleterre sud-orientale et la France du Nord-Ouest, la mer de l'Europe septentrionale communiquait avec l'océan géosynclinal de la *Thetys*. Celui-ci embrassait d'immenses surfaces, depuis la Bretagne et le Portugal, jusqu'à la Nouvelle-Angleterre, l'Amérique centrale et le Vénézuela.

I. — Les communications continentales entre l'Europe et l'Amérique au Nummulitique

Dès le début des temps tertiaires, de grandes étendues en Europe étaient déjà émergées et habitées par des Mammifères identiques à ceux qui vivaient alors dans l'Amérique du Nord. Cette analogie des faunes de l'Ancien et du Nouveau Monde a été clairement démontrée par les travaux d'Osborn et de Depéret pour la phase éonummulitique (Éocène inférieur); elle a cessé d'exister lors du Mésonummulitique (Éocène moyen et supérieur), puis a reparu au Néonummulitique (Oligocène). Les communications terrestres entre l'Europe et l'Amérique, interrompues par la transgression géosynclinale du Lutétien-Priabonien, étaient assurées auparavant par une large bande de terres émergées réunissant les noyaux anciens de l'Écosse, de l'Irlande, du Cornouailles, de l'Armorique, du Plateau central et de la Meseta ibérique aux régions côtières occidentales de l'Amérique du Nord.

Dans la mer néritique qui, au Lutétien, s'est substituée à cette zone continentale, vivaient des espèces de Mollusques identiques, *Venericardia planicosta*, par exemple, en Angleterre, en Belgique, en France, dans le Maryland, la Californie, l'Alabama.

Les rares Mammifères originaires d'Amérique arrivés dans nos pays au Mésonummulitique, des Artiodactyles en particulier, seraient, suivant Stehlin, venus par un isthme occupant l'emplacement du détroit de Behring. Avec eux sans doute immigrèrent des types asiatiques.

C'est seulement, semble-t-il, au Rupélien qu'apparaissent en Europe les premiers Mammifères à facies africain : un Édenté pholidote, *Leptomanis*, et un Edenté tubulidente, *Archæoryctéropus*. Vers la même époque existaient, d'ailleurs, en Afrique des Quadrupèdes vraisemblablement de provenance eurasiatique, des Rongeurs pseudosciuridés, des Créodontes hyénodontidés, des Artiodactyles anthracothériidés et suidés.

Des communications terrestres entre l'Europe et l'Afrique se seraient donc établies au Néonummulitique, grâce à une régression générale dans les géosynclinaux.

A la suite de cette régression, une mer néritique s'étendit en continuité, le long de contrées émergées, depuis l'Aquitaine et les régions méditerranéennes jusqu'à l'Alabama, la Floride et l'Amérique centrale : « On constate une telle ressemblance entre les Polypiers oligocènes de Castel Gomberto près Vicence (Rupélien) ou ceux du 1er étage méditerranéen de Turin (Burdigalien) et ceux des couches correspondantes des Antilles, qu'il est absolument nécessaire, pour expliquer la dispersion de ces Polypiers, d'admettre l'existence, le long des tropiques, soit d'une chaîne d'îles, soit même d'une ligne de côtes continue jusqu'à l'époque du premier étage méditerranéen[1]. »

C'est également dans le Vicksburgien supérieur (Oligocène supérieur) que les Nummulites font leur apparition en Amérique : elles sont associées à des *Lepidocyclina* du groupe *Raulini-Mantelli* qui est également représenté en Europe.

Enfin les données fournies par les animaux terrestres conduisent aux mêmes conclusions paléogéographiques, comme le montre la répartition ancienne et actuelle des Insectivores zalambdodontes (fig. 1). Représentés au Sannoisien aux Etats-Unis par les genres *Apternodus*, *Micropternodus*, etc., ce groupe de Mammifères a disparu du territoire nord-américain dès le Miocène moyen[2]. Il trouva vraisemblablement alors un refuge aux Antilles, où il vit encore, avec un seul genre, *Solenodon*, propre à Cuba et

1. Suess : *La Face de la Terre*, II, p. 510.
2. Matthew : *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, t. XXXII, 17, p. 307 ; 1913.

à Haïti. Les autres types actuels de ces Insectivores habitent le Congo, le Cap et Madagascar. Ils témoignent ainsi de l'existence, au Nummulitique récent, d'une liaison continentale entre l'Amérique du Nord, les Indes occidentales, l'Afrique et Madagascar.

Des données du même ordre nous sont fournies, d'après les travaux de Roman[1], par divers Mollusques terrestres. Un Zonitidé, *Sadga*, aujourd'hui propre à la Jamaïque, a vécu en Europe (Portugal, Souabe) depuis le Rupélien jusqu'à l'Helvétien. Un autre Zonitidé, *Artemon*, maintenant cantonné au Brésil, a habité l'Europe (Portugal, bassin de Mayence) du Rupélien au Pontien. Un Hélicidé, *Janulus*, actuellement localisé à Madère et aux Canaries, a été observé en Europe (Portugal, Souabe) depuis le Rupélien jusqu'au Pontien.

La zone de soudure continentale entre l'Europe et l'Amérique, qui s'étendait vers la latitude de l'Angleterre, de la France septentrionale, du Maryland et de la Californie à l'Éonummulitique, aurait été limitée, au Néonummulitique, à l'Aquitaine et aux contrées riveraines de la Méditerranée, d'une part, à la Floride, aux Antilles et au Brésil, d'autre part : elle comprenait les Açores, Madère et les Canaries.

II. — Les communications continentales entre l'Europe, l'Afrique et l'Amérique au Néogène

La liaison entre l'Europe, l'Afrique et l'Amérique par les régions atlantiques aurait cessé d'exister au Néogène, suivant Osborn. Ce serait de nouveau par la voie asiatique qu'auraient pénétré chez nous un assez grand nombre de Quadrupèdes miocènes d'origine nord-africaine. Cette manière de voir paraît, au premier abord, peu conciliable avec les caractères des formations néritiques de ces deux contrées, qui semblent, au contraire, témoigner de l'existence d'une zone continentale, au moins intermittente, à travers l'Atlantique. « L'analogie est telle entre les faunes néogènes marines des Antilles et celles de la Méditerranée que l'on est en droit de conclure à l'existence d'une traînée d'îles et de faibles profondeurs entre les deux régions, au moins au début de la période[1]. »

Ces îles et ces hauts fonds auraient fait partie

Fig. 1. — *Distribution géographique des* INSECTIVORES ZALAMBDODONTES :

1° *Centétidés* (*Palæoryctites, Apternodus, Potamogale, Oryzorictinés, Centétinés*) : noms soulignés d'un trait (A, zone d'habitat actuel) ;
2° *Solénodontidés* (*Micropternodus, Solenodon*) : noms soulignés de deux traits (B, zone d'habitat actuel) ;
3° *Chrysochloridés* (*Xenotherium, Arctoryctites, Chrysochloris*) : noms soulignés de trois traits (C, zone d'habitat actuel) ;
4° *Necrolestidés* (*Necrolestes*) : noms soulignés de quatre traits ;
D : Migration thanétienne (Eocène inférieur) ; E : Migrations rupéliennes (Oligocène supérieur) ; F : Gisements fossilifères

1. *Comunicacoes da Comissao de Serviço Geologico de Portugal*, t. XII, p. 75, 90, 99; 1917.

1. E. Haug : *Traité de Géologie*, p. 1732.

d'une aire continentale, coupée de chenaux, lors des grandes régressions géosynclinales, à l'Aquitanien et au Pontien.

C'est par cette voie, correspondant peut-être à un géanticlinal secondaire de la zone axiale du grand géosynclinal transverse, que se serait effectuée une partie des migrations de Mammifères d'Europe et d'Afrique en Amérique, ou inversement[1].

III. — Les chenaux Nord-bétique, Sud-rifain, Nord-floridien et Sud-caraïbien

Les déplacements des lignes de rivage qui ont permis ces échanges fauniques sont évidemment synchroniques de ceux qui se sont produits au Néogène dans la Méditerranée. Celle-ci communiquait alors avec l'Océan par les *détroits Nord-bétique* et *Sud-rifain*. L'évolution géologique de ces chenaux a été magistralement élucidée par les belles découvertes de Louis Gentil[2]. Ouverts au Burdigalien, ces chenaux se sont refermés à la fin de la période tortonienne. Ils ont été plus tard remplacés par le détroit de Gibraltar.

Les mouvements épirogéniques qui ont déterminé ces phénomènes ont eu leur répercussion dans la mer des Antilles. Les Quadrupèdes des États-Unis et de l'Argentine, qui comptaient au Montien des types communs, sont ensuite restés à peu près tous différents jusqu'à l'Astien. Les chenaux qui séparaient alors les deux Amériques n'occupaient pas l'emplacement de ceux qui encadrent aujourd'hui les Antilles. Un *détroit Nord-floridien* était situé entre la Caroline, la Louisiane et la Floride. Un *chenal Sud-caraïbien*, qui s'avançait au sud de la chaîne caraïbe des Guyanes et du Vénézuela, correspondait à la plaine des Llanos.

L'histoire géologique du plus septentrional de ces détroits peut être aisément reconstituée grâce aux travaux récents des géologues américains. Ainsi la région des Antilles nous apparaît comme ayant été le théâtre :

1° D'un soulèvement à l'Oligocène et au début du Miocène, avec formation d'un archipel assez étendu dont la Floride faisait partie ;

2° D'un affaissement au Miocène moyen avec approfondissement des zones marines néritiques (aussi la faune des couches de Chesapeake n'offre-t-elle que très peu d'espèces communes avec celle des dépôts synchroniques de l'Helvétien d'Europe) ;

3° D'un nouveau soulèvement au Miocène supérieur, ayant entraîné l'adjonction au continent de la Floride méridionale. A cette phase correspondent les dépôts continentaux d'Alachua dans le Nord de la Floride et la formation des riches gisements de phosphates de la presqu'île ;

4° D'un affaissement des zones orientale et méridionale de la Floride au Pliocène ancien à l'époque de la sédimentation marine des Coloosahatchie ;

5° D'un soulèvement au Pliocène récent, synchronique des formations continentales de Peace beds dans le Sud de la Floride ;

6° D'un affaissement au début du Pléistocène.

Les changements survenus pendant le Néogène au tracé des chenaux Nord-floridien et Sud-caraïbien semblent donc avoir été synchroniques de ceux qui ont affecté leurs symétriques, les détroits Nord-bétique et Sud-rifain. La cordillière des Antilles qui, partant des sierras du Honduras, passe par la Jamaïque, Haïti, Port-au-Prince, les petites Antilles, la Trinité, et va rejoindre la chaîne Caraïbe dans le Vénézuela, dessine une courbe convexe vers l'Est, tandis que sa symétrique la guirlande Cordillère bétique-Riff est fermée vers l'Ouest : l'une comme l'autre enveloppent un effondrement en « ovale méditerranéen ».

Peut-être lors du soulèvement oligocène, une liaison continentale plus ou moins directe s'établit-elle entre les deux Amériques[1]. C'est grâce à elle qu'aurait pu arriver jusqu'à l'Orégon un Édenté de la Plata, *Megalonyx*[2], dont les restes proviendraient des « Mascall beds ».

Ces formations, généralement rapportées au Vindobonien, renferment un Équidé, *Kalobatippus gracilis*, qui, plus petit que les *K. præstans* et *agatensis*, aquitaniens, remonterait au début du Néogène[3].

IV. — Les migrations des Équidés, des Édentés et des Proboscidiens au début du Néogène

Kalobatippus præstans Cope a été observé sur la côte du Pacifique, dans l'Orégon. Un autre *Kalobatippus*, *K. agatensis*, qui est plus évolué que *K. præstans*, a été découvert dans le centre des États-Unis (Nebraska). Ainsi ce genre d'Équidé aurait, au cours de son développement, émigré des rives du Pacifique vers le Mississipi pendant l'Aquitanien récent. Son proche parent, *Anchitherium aurelianense* Cuvier, apparaît en France, dans l'assise de base du Burdigalien, où

1. L. Joleaud : *Compt. rend. Acad. Sc.*, t. CLXVIII, p. 177, 310, 412, 955 ; 1919.

2. *Notice sur les titres et travaux scientifiques* de Louis Gentil. Paris, Larose, p. 55-57 ; 1918.

1. Scharff : *Amer. Natural.*, XLIII, p. 513-531 ; 1909.

2. Sinclair : *Univ. Cal., Bull. Dept. Geol.*, t. V, n° 2, p. 6569 ; 1906.

3. Osborn : *Mem. Amer. Mus. Nat. Hist.*, new ser., t. II, 1re part., p. 69 et fig. 51 ; 1918.

il est représenté par une forme de faibles dimensions, *A. aurelianense blesense* Mayet, à laquelle succèdent des types de plus grande taille. C'est seulement à l'Helvétien que *A. aurelianense* semble s'être répandu dans l'Europe centrale. Inconnu dans la série miocène de l'Inde, *Anchitherium* se trouve en Chine, mais seulement dans le Pontien.

Ainsi *Kalobatippus-Anchitherium* aurait immigré de la côte pacifique au Mississipi, à l'Aquitanien, puis en Europe, par l'Atlantique central, au début du Burdigalien, enfin en Chine au Pontien (fig. 2).

Il est possible que *Megalonyx* se soit déplacé vers la même époque et en sens inverse, du Brésil à l'Orégon, par les Antilles et la Floride. Les chenaux Sud-caraïbien et Nord-floridien auraient donc été partiellement émergés vers l'Aquitanien. Les cinq genres de Mégalonychidés récemment découverts [1] dans le Quaternaire de Cuba et de Porto-Rico, *Megalocnus*, *Microcnus*, *Mesocnus*, *Miocnus*, *Acratocnus*, seraient les descendants des épaves laissées par cette migration. Matthew affirme, en effet, que ces Edentés, comme *Megalonyx*, ne sont point les descendants de *Eucholeops* ou de *Megalonychotherium* du Néogène inférieur de Patagonie, mais que les huit genres sud-américains, antillais et nord-américains ont un ancêtre commun. Celui-ci a vécu nécessairement avant le Miocène : Ameghino a, d'ailleurs, depuis longtemps indiqué des Mégalonychidés dans l'Astraponothéen et le Pyrothérien, c'est-à-dire dans l'Eocène et l'Oligocène de l'Argentine.

Au début du Miocène se produisait aussi une migration de l'Ancien vers le Nouveau Monde. Un Proboscidien, *Mastodon* (*Trilophodon*) *conodon* Cook [1], originaire d'Afrique, arrivait en Amérique au Burdigalien. Ce Pachyderme du Nebraska est remarquable par ses dents à émail très mince, qui rappellent celles de *Palæomastodon Beadnelli* Andrews de l'Oligocène du Fayoum.

Or M. Depéret [2] a découvert dans le Burdigalien de Kabylie une « forme naine de Mastodonte (*M. pygmæus*) qui est la plus primitive connue jusqu'à ce jour de ce genre de Proboscidien. Par l'extrême simplicité de ses collines, par la présence d'une notable quantité de cément, cet animal forme une véritable transition entre nos Mastodontes européen du type *angustidens* et leurs ancêtres oligocènes, les *Palæomastodon* ». La longueur de la dernière molaire inférieure, qui était de 70 mm. seulement dans ce dernier genre, atteint 87 mm. dans *Mastodon pygmæus*

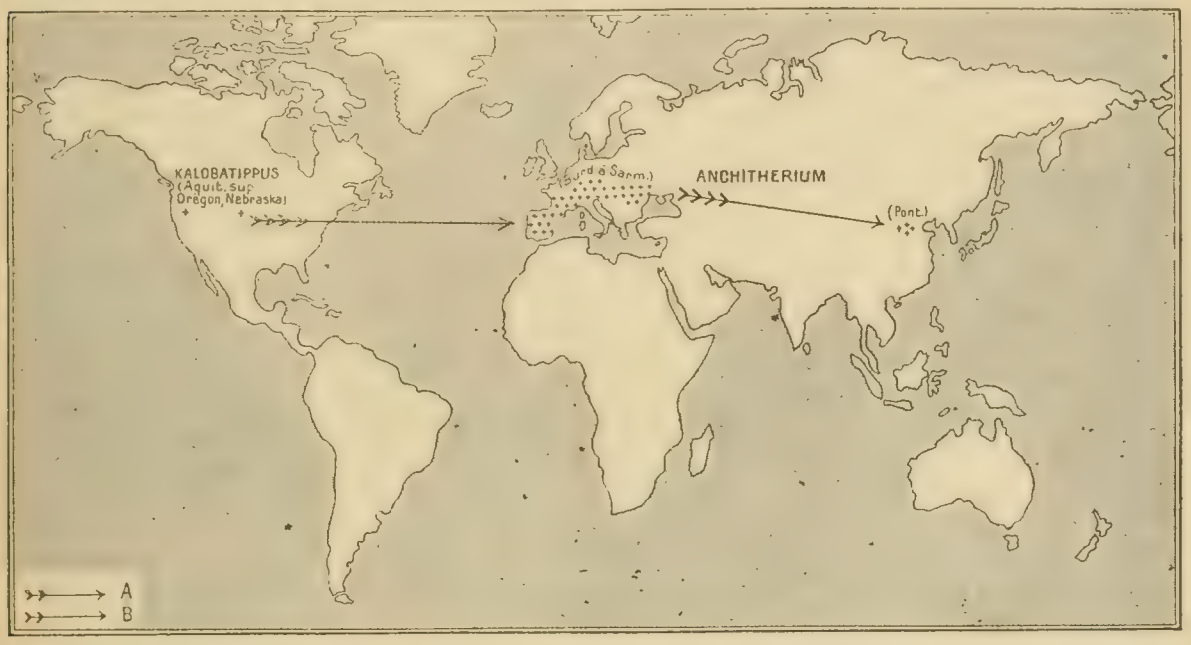


Fig. 2. — *Distribution géographique des* KALOBATIPPUS-ANCHITHERIUM (Equidés).
A : Migration aquitanienne-burdigalienne (Miocène inférieur) ;
B : Migration sarmatienne-pontienne (Miocène supérieur).

1. Matthew : *Bull. Geol. Soc. Americ.*, t. XXX ; 1919.

1. *Amer. Journ. Sc.*, t. XXVIII, p. 183.
2. *Notice sur les travaux scientifiques* de M. Depéret. Lyon, Rey, pp. 22, 33, 44 ; 1913.

du Burdigalien de Kabylie, 105 mm. dans *Mastodon angustidens* Cuvier, du Burdigalien supérieur des Angles (Gard) et des sables de l'Orléanais, etc.

Les Mastodontes, originaires d'Égypte, seraient donc d'abord venus en Berbérie, puis aux États-Unis, au Burdigalien (fig. 3).

V. — Les migrations des équidés, des hystricidés et des hippotragines au milieu du Néogène

La liaison continentale de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Europe, rompue par la grande transgression géosynclinale helvétienne, fut rétablie par la régression sarmatienne-pontienne; elle se maintient plus ou moins complète jusqu'à l'Astien.

Dans la belle monographie qu'il vient de consacrer aux Équidés oligocènes, miocènes et pliocènes de l'Amérique du Nord, Osborn a réparti les espèces d'*Hipparion* du Nouveau Continent en quatre groupes[1]. Les groupes de *H. occidentale* Leidy et de *H. gratum* Leidy seraient propres à l'Ouest de l'Amérique. Au contraire, les groupes d'*H. plicatile* Leidy et d'*H. venustum* Leidy comprennent toutes les espèces pontiennes de la Floride et de la Caroline du Sud, de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique. Ces importantes observations semblent contredire l'hypothèse émise, d'ailleurs dubitativement, d'une migration d'*Hipparion* au Miocène supérieur de l'Amérique du Nord en Europe par la voie asiatique[1].

Le plus petit *Hipparion* de la Floride, *H. minor* Sellards, est en même temps celui qui présente la taille la plus faible de tout le genre. Il est peut-être un descendant assez direct de l'ancêtre des *Hipparion* de l'Amérique et de l'Ancien monde. Ce groupe d'Équidés se serait différencié en Floride, puis aurait gagné au Sarmatien-Pontien, d'une part, l'Ancien continent, par les terres émergées qui s'étendaient des Antilles à la Méditerranée, d'autre part, les Grandes Plaines et la Californie (fig. 4).

C'est aussi par la voie atlantique qu'a immigré dans l'Ancien Monde le genre *Hystrix* (fig. 5). Ce Rongeur, originaire de l'Amérique du Sud[2], n'a pas dû passer par l'Amérique du Nord, presque aucun Mammifère de La Plata n'ayant pénétré dans cette contrée entre le Montien et l'Astien.

La famille des Hystricidés était représentée au Miocène inférieur, en Patagonie, par les genres *Aceramys* et *Steiromys*, apparentés aux types

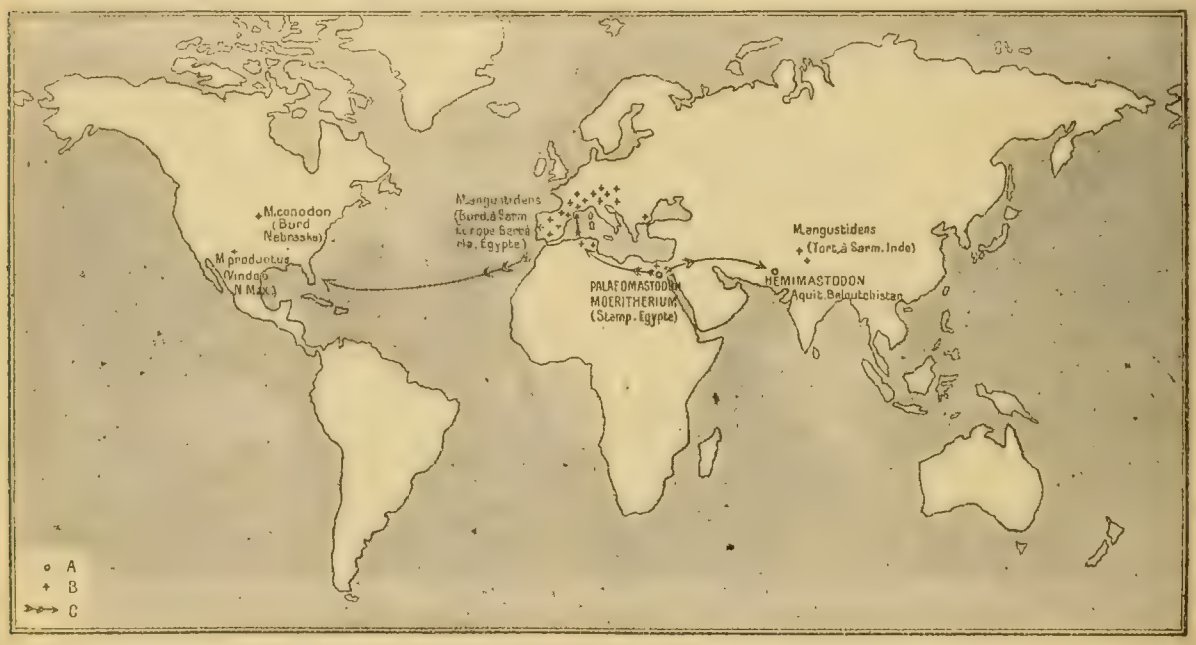


Fig. 3. — *Distribution géographique des* MASTODONTES *archaïques* (*Proboscidiens*).

A : Gisements fossilifères d'ancêtres des Mastodontes (*Mœritherium*, *Palæomastodon*, *Hemimastodon*);
B : Gisements fossilifères des Mastodontes du groupe de *M. angustidiens* ;
C : Migration aquitanienne-burdigalienne (Miocène inférieur).

1. *Mem. Amer. Mus. Nat. Hist.*, new ser., t. II, 1, p. 175 et 192; 1918.

1. Depéret : *Compt. rend. Ac. Sc.*, t. CXLIII, p. 1120; 1906.
2. Depéret : *Compt. rend. Ac. Sc.*, t. CXLVIII, p. 1120; 1906.

actuels de l'Argentine. Arboricoles dans le Nouveau monde, ces animaux sont devenus fouisseurs en Afrique, dans le Sud de l'Asie et de l'Europe, tout comme un autre Rongeur africain, *Xerus*, originaire de l'Amérique du Nord, et venu en France au Tortonien. La migration des Porcs-épics de l'Amérique du Sud en Afrique, puis en Europe, se serait effectuée à une période géologique défavorable à la végétation arborescente, peut-être sous l'influence d'un climat steppique, comme celui de l'époque pontienne.

Fig. 4. — *Distribution géographique des* HIPPARION (*Equidés*).
A : Migration sarmatienne-pontienne (Miocène supérieur).

Une migration synchronique, mais de sens inverse, s'est produite par la même voie. Un

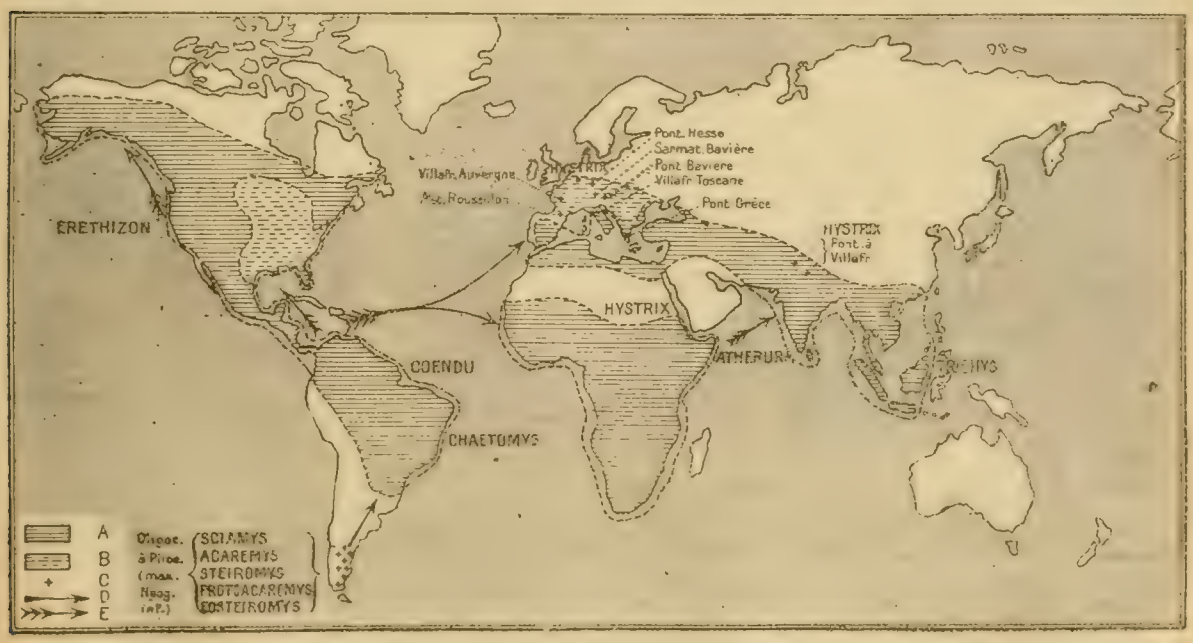


Fig. 5. — *Distribution géographique des* HYSTRICIDÉS (*Porcs-épics*).
A : Zone d'habitat actuel; B : Zone d'habitat abandonnée depuis le Pléistocène; C : Gisements fossilifères tertiaires; D : Migration aquitanienne-burdigalienne (Miocène inférieur); E : Migration sarmatienne-pontienne (Miocène supérieur).

Fig. 6. — *Distribution géographique de la série phylétique*
PALÆORYX (et TRAGOREAS ORYXOIDES) → ORYX → NEOTRAGOCERUS
(*Antilopes Hippotraginés*).

A : Gisements fossilifères tertiaires de *Palæoryx*, *Tragoreas*, *Neotragocerus* ;
B : Zone d'habitat abandonnée depuis le Pléistocène par *Oryx* ;
C : Zone d'habitat actuel d'*Oryx* ;
D : Migration sarmatienne-pontienne.

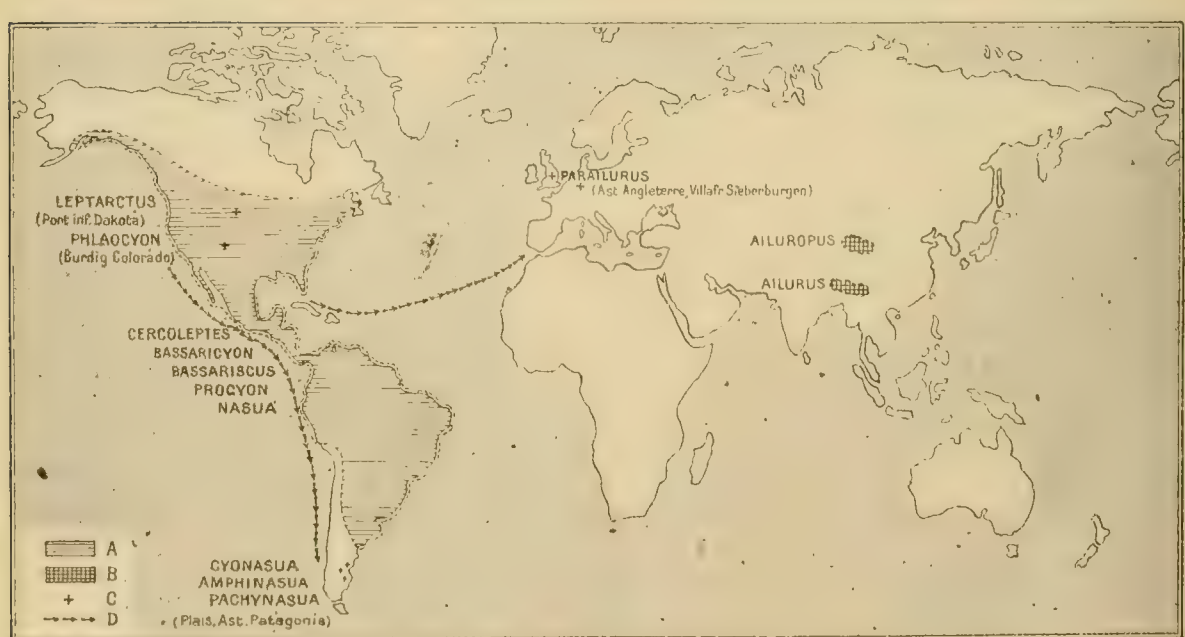


Fig. 7. — *Distribution géographique des* PROCYONIDÉS *(Ratons)* :

1° *Cercoleptinés (Cercoleptes) et Procyoninés (Bassaricion, Bassariscus, Phlaocyon, Leptarctus, Procyon, Cyonasua, Amphinasua, Pachynasua, Nasua)* :
A, zone d'habitat actuel ; C, gisements fossilifères tertiaires ;
2° *Ailurinés (Parailurus, Ailurus, Ailuropus)* : B, zone d'habitat actuel ; C, gisements fossilifères tertiaires ;
D, migration plaisancienne-astienne

Fig. 8. — *Distribution géographique des* LÉPORINÉS (*Lièvres et Lapins*).

A : Zone d'habitat actuel des sous-genres archaïques du genre *Lepus* :
1. *Brachylagus* ; 2. *Romerolagus* ; 3. *Sylvilagus* ; 4. *Limnolagus* ; 5. *Oryctolagus* ; 6. *Caprolagus* ; 7. *Nesolagus* ; 8. *Pentalagus* ;
B : Autres zones d'habitat actuel du genre *Lepus* ;
C : Gisements fossilifères tertiaires
(*Palæolagus* : Sannoisien du Montana ; Rupélien du Dakota et du Colorado ; *Lepus* : Aquitanien de l'Oregon et du Dakota ; Pontien du Kansas ;
Astien du Roussillon, de la Bresse et de l'Egypte ; Villafranchien de l'Auvergne et de la Toscane ; Pliocène de l'Inde) ;
D : Migration plaisancienne-astienne (Pliocène ancien).

Fig. 9. — *Distribution géographique de la série phylétique*
PROTRAGELAPHUS (*et* PALÆOREAS) —> TRAGELAPHUS (*et* OREAS) —>
ILINGOCEROS (*Antilopes Tragelaphinés*).

A : Gisements fossilifères tertiaires de *Protragelaphus*, *Palæoreas*, *Illingoceros* ;
B : Zone d'habitat abandonnée depuis le Pléistocène par *Tragelaphus* et *Oreas* ;
C : Zone d'habitat actuel de *Tragelaphus* et *Oreas* ;
D : Migration plaisancienne-astienne.

Antilope d'origine africaine, *Neotragocerus*[1], a envahi les Grandes Plaines au Pontien supérieur. Il était apparenté aux Hippotraginés, en particulier à *Palæoryx Stutzeli* Schlosser du Pontien de Samos et à *Oryx beisa*, espèce actuelle de l'Éthiopie.

Surtout abondant en Grèce, le genre *Palæoryx* présente dans ce pays deux types de faible taille, *P. parvidens* Gaudry et *P. Stutzeli*. En Arabie vit aujourd'hui le plus petit *Oryx*, *O. beatrix* Gray, qui est intermédiaire entre les groupes actuels de l'*O. leucoryx* et de l'*O. beisa*. L'*Oryx* d'Arabie était probablement assez voisin du type ancestral du genre. Il semble donc que le pays d'origine de *Palæoryx* et d'*Oryx* ait été situé vers les confins de l'Europe, l'Asie et de l'Afrique.

De là ce type a dû étendre de bonne heure son aire de dispersion jusqu'à l'Atlantique. Comme je l'ai montré[2], l'*Oryx leucoryx*, qui vit encore en Mauritanie (Rio de Oro, Seguiet el Hamra) et dans l'Extrême-Sud marocain (oued Noun), habitait le Maroc septentrional (Taza) au Quaternaire, et l'Algérie dès le Pliocène récent.

C'est donc par les terres émergées de l'Atlantique central que des Hippotraginés, apparentés à *Palæoryx* et à *Oryx*, paraissent avoir envahi l'Amérique au Pontien, et non par le détroit de Behring et l'Asie, comme en a émis l'hypothèse Osborn[3] (fig. 6).

VI. — Les migrations des procyonidés, des léporinés et des tragélaphinés a la fin du néogène

Lorsque à l'Astien les communications devinrent faciles entre les deux Amériques par la soudure des Antilles et de la Floride aux Guyanes et à la Géorgie, l'on vit des Carnivores nord-américains arriver dans la Néogée. Les Procyonidés, qui habitaient les États-Unis depuis le Burdigalien (*Phlaocyon*) et y vivaient encore au Pontien (*Leptarctos*), gagnèrent simultanément, d'une part, l'Argentine (*Cynonasua*, *Amphinasua*, *Pachynasua*), d'autre part, l'Angleterre et l'Allemagne (*Parailurus*) au Pliocène ancien et moyen (fig. 7).

Ce serait aussi à l'Astien qu'aurait immigré en Europe le genre *Lepus*. Le Lièvre et le Lapin sont, en effet, d'après Osborn[4], tous deux originaires du Nouveau Monde, où *Lepus* est apparu dès l'Aquitanien.

Le Lapin d'Europe serait apparenté au *L.* (*Sylvilagus*) *sylvaticus* Brehm, des États-Unis du Sud, et au *L.* (*S.*) *bresiliensis* L., de la Guyane, qui vivent dans les arbres creux, mais ne font jamais eux-mêmes de terriers. La discontinuité de l'aire de dispersion des sous-genres de *Lepus* apparentés au Lapin (*Oryctolagus*) (fig. 8) témoigne de l'ancienneté de ces types[1], qui, de terricoles subarboricoles, ont fini par devenir terricoles hypogés.

De même, un Antilope américain, *Hingoceros*, découvert dans le Pliocène inférieur des Grandes Plaines et que Osborn[2] place dans la sous-famille des Tragélaphinés, me paraît, par la forme de ses cornes[3], confiner aux genres africains *Tragelaphus*, *Oreas* et au genre pontien *Palæoreas*. Je rappellerai que *Palæoreas* a été indiqué dans le Pliocène supérieur d'Algérie, que *Oreas* et *Tragelaphus* étaient sûrement représentés au Quaternaire dans cette contrée.

Ainsi les Tragelaphinés auraient, un peu après les Hippotraginés, suivi la voie atlantique pour aller d'Afrique en Amérique (fig. 9).

VII. — Conclusion

Des traces subsistent donc, dans la faune quaternaire et actuelle des Antilles, des migrations qui se sont produites entre les deux Amériques, tout comme sont demeurés, au Pléistocène et jusqu'à aujourd'hui, des animaux européens ou africains dans les îles de la Méditerranée. Mais tandis qu'en Corse, en Sardaigne, etc., dominent des formes de petite taille, aux Antilles, se sont maintenus des types de fortes dimensions, de gros Rongeurs, *Capromys* et *Plagiodontia*, originaires de la Néogée, un Muridé géant, *Moschophoromys*, et de grands Insectivores, *Solenodon*, provenant de l'Amérique du Nord, etc.[4] Au Pléistocène, la faune de Cuba comptait des Édentés gigantesques (*Megalocnus*), celle d'Anguilla et de Saint-Martin, des Rongeurs (*Amblyrhiza*) de la taille d'un Ours.

La faune quaternaire et actuelle des Antilles aurait été affectée par le gigantisme, celle des îles méditerranéennes par le nanisme. La première, à facies surtout sud-américain, était arrivée, à la fin du Tertiaire, à un stade plus

1. Matthew and Cook : *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, t. XXVI, 27, p. 413; 1909.
2. L. Joleaud : *Bull. Soc. Géogr. Archéol. Oran*, t. XXXVIII, p. 57, sq. ; 1918.
3. *The Age of Mammals*, 1910, p. 357 et fig. 156.
4. *Ann. N. Y. Acad. Sc.*, t. XIII, p. 58 ; 1900.

1. Schaeff : *Distribution and Origin of Life in America* Londres, p. 224-226 ; 1911.
2. *The Age of Mammals*, p. 554.
3. Cf. Merriam : *Univ. Cal., Publ. Dept. Geol.* t. VI, 11, p. 293,300, fig. 73, 78-80 ; 1911.
4. Schaeff : *Loc. cit.*, p. 282-285.

avancé que la seconde, à caractère un peu éthiopien. Le milieu insulaire serait ainsi également favorable à la conservation des formes naines primitives et, par suite, insuffisamment spécialisées, comme des types géants très évolués et, en conséquence, spécialisés à l'excès.

L. Joleaud,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

REVUE D'EMBRYOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE[1]

VII. — Modelage des formes extérieures de l'embryon humain

Dans un mémoire très original, Bujard[2] passe en revue tous les jeunes embryons humains connus au point de vue des formes extérieures, et les étudie par des procédés géométriques. Bujard décrit d'abord un certain nombre d'axes et d'angles observables sur les jeunes embryons. De la comparaison des divers stades envisagés à ce point de vue se dégage la notion de *courbes embryotectoniques*, caractéristiques de chacune des périodes du développement (fig. 18).

L'étude de ces courbes permet de saisir de nombreuses variations individuelles et des anomalies graves que le petit nombre de très jeunes embryons humains connus amenait à considérer comme faisant partie des stades typiques de l'évolution : ainsi l'ensellure dorsale excessive des embryons dits en double C. Les courbes embryotectoniques sont donc un critérium qui permet de décider si tel embryon est normal ou anormal ; de plus, elles sont l'expression du mécanisme du développement des formes extérieures.

Grâce à ces courbes, Bujard est arrivé à analyser les périodes successives du modelage des embryons.

Dans une première période, qui est avant tout une période de croissance, l'aire embryonnaire s'étale et grandit tandis que se différencient les premiers rudiments d'organes : canal neurentérique, ligne primitive, plaque médullaire, corde dorsale, mésoderme.

Pendant la deuxième période, le modelage est très actif ; les organes s'individualisent. Corrélativement l'embryon s'enroule en spirale. Il y a une prolifération intense au niveau du canal neurentérique, dans la région caudale. L'embryon est ainsi projeté en avant ; sa tête décrit dans l'espace une trajectoire parabolique et la queue s'enroule en arc de cercle autour d'un centre qui est le point de suspension de l'embryon

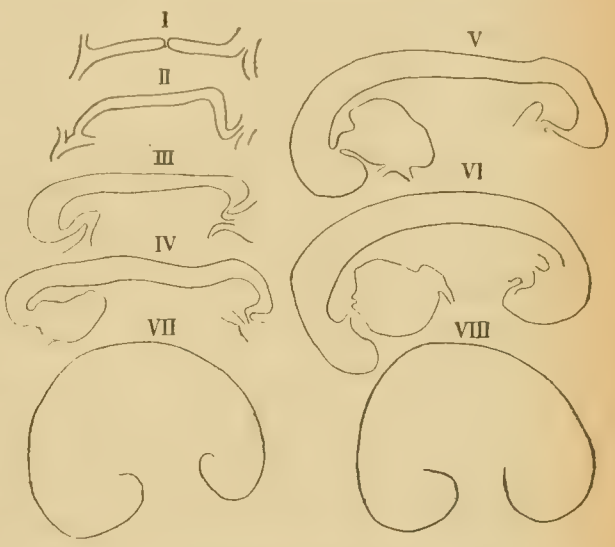


Fig. 18. — *Profils de jeunes embryons humains de développement typique* (d'après Bujard).

au niveau de l'origine de l'allantoïde. La courbe du dos est à ce stade une courbure elliptique.

Le mouvement de projection en avant et d'allongement de l'embryon est arrêté par les phénomènes d'organisation de l'ébauche cardiaque. La tête s'enroule alors en spirale et ce processus se propage graduellement à la région dorsale.

Pendant une troisième période, l'enroulement spiral de l'embryon atteint son maximum, puis le début d'un mouvement de déflexion se dessine.

En outre, l'examen de ces courbes embryotectoniques permet des remarques des plus intéressantes sur la topographie relative des différents organes embryonnaires. Ainsi le modelage de la tête de l'embryon humain se fait par une série de glissements qui amènent progressivement le cerveau postérieur au-dessous du pharynx et de la

1. Voir la première partie dans la *Revue* du 15 décembre, p. 680.

2. E. Bujard : Remarques sur le mécanisme du modelage des embryons humains (jusqu'à 6 à 7 mm. de longueur) ; courbes embryotectoniques. *Anatomische und entwicklungsgeschichtlische Monographien*, 1914.

région branchiale. Ces glissements déterminent un effacement graduel des somites céphaliques.

Une autre constatation intéressante et d'une portée générale, c'est celle d'un rythme de la croissance de l'embryon : aux périodes où le modelage est le plus accentué succèdent régulièrement des périodes de croissance maxima.

VIII. — Croissance embryonnaire

Les recherches de Robertson Brailsford [1] ont surtout une valeur générale concernant toute l'évolution de l'individu. La plus grande rapidité de croissance se trouve, d'après lui, lorsque la croissance totale est à moitié achevée.

Comme rentrant plus particulièrement dans le cadre de cette revue, il faut citer le travail de Bialaszewicz [2], qui s'est adressé aux embryons d'Amphibiens pour l'étude de la croissance.

Les premiers stades du développement de ces animaux affectent une forme sphérique presque parfaite, dont il est possible de mesurer le diamètre avec assez d'exactitude. Pendant les premières heures après la fécondation, ce diamètre augmente avec régularité, puis le pôle animal s'aplatit et le volume de l'œuf diminue. A ce moment est rejeté le liquide périvitellin qui correspond, comme on l'a vu précédemment, à une déshydratation et à une épuration du cytoplasme de l'œuf.

Immédiatement après ce phénomène, le volume de l'œuf recommence à augmenter. Cette croissance est particulièrement rapide pendant les phénomènes de la gastrulation. Lorsque la forme de la larve se constitue, les mensurations de diamètres doivent être remplacées par des pesées et des mesures de densité. Ces recherches montrent qu'à ce stade il y a diminution de volume. Immédiatement après l'éclosion, époque où la larve quitte les membranes de l'œuf, il y a une croissance très rapide, que certains observateurs, Davenport et Schaper entre autres, ont rapportée à une absorption considérable d'eau. En outre, une partie des enveloppes est utilisée pour la nourriture des larves.

Aux jeunes stades du développement, l'augmentation de volume se fait par accumulation d'eau dans la cavité de segmentation.

Bialaszewicz, Chambers [3] et Doms [4] se sont aussi occupés de l'influence de la température sur la rapidité de la croissance des embryons d'Amphibiens. Dans l'ensemble, ces travaux vérifient entre 10° et 20° la loi de Van t'Hoff-Arrhénius sur les vitesses de réaction.

Bialaszewicz a trouvé que, quelle que soit la rapidité du développement sous l'influence de températures variables, la quantité d'eau absorbée par la larve, quantité qui mesure sa croissance, est constante. L'élévation de température accélère la formation des blastomères au stade de segmentation dans la proportion où elle accroît l'hydratation des cellules. Cette absorption d'eau serait corrélative des échanges respiratoires de la larve. En outre, l'augmentation de température amène une perméabilité plus grande de l'œuf vis-à-vis du milieu ambiant.

Les œufs de Grenouilles varient de taille suivant la région de l'ovaire dont ils proviennent. Chambers a fait divers lots de ces œufs et les a soumis à des variations de température. Les têtards provenant des œufs les plus volumineux se développent plus rapidement, lorsqu'ils commencent à manger; ils résistent mieux aussi à une température élevée. Les œufs les plus petits donnent des larves à cellules moins volumineuses; mais les différences de taille des larves s'atténuent dans le cours du développement. Par contre, la température a une influence sur les dimensions cellulaires des têtards. Plus la température est élevée, plus les cellules sont petites.

Doms a vérifié l'application de la loi de Van t'Hoff aux premiers stades du développement des œufs des Grenouilles. A ce moment une augmentation de dix degrés aux températures moyennes amène une croissance trois fois plus rapide; mais cette proportion n'est plus vérifiable quand les tissus et les organes ont commencé à s'édifier. Chaque tissu réagit alors d'une manière particulière, due tout autant à sa constitution qu'aux corrélations organiques.

Ainsi les houppes branchiales se ramifient plus abondamment et plus rapidement sous l'influence d'une élévation de température. Le froid arrête la production de ces appendices.

Chez les embryons refroidis, le foie et le rein primitifs sont plus volumineux que chez les larves réchauffées; de plus, on trouve des différences de structure qui portent sur des tissus variables, qui expliquent ces différences de volume et qui montrent comment les variations de température agissent différemment suivant les éléments. Ainsi dans le rein des larves refroidies, c'est le tissu

1. T. Robertson Brailsford : On the normal rate of growth of an individual and its biochemical significance. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Org.*, Bd XXV, 1908.

2. K. Bialaszewicz : Beiträge zur Kenntnis der Wachstumvorgänge bei Amphibienembryonen. *Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, 1908.

3. R. Chambers : Einfluss der Eigrösse und der Temperatur auf das Wachstum und die Grösse des Frosches und dessen Zellen. *Arch. f. mikroskopische Anatomie*, 1911.

4. H. Doms : Ueber den Einfluss der Temperatur auf Wachstum und Differenzierung der Organe während der Entwicklung von *Rana esculenta*. *Arch. f. mikroskopische Anatomie*, Bd LXXXVII, 1915.

lymphoïde et conjonctif qui s'est accru, tandis que dans les embryons réchauffés la partie active, les canalicules et les vaisseaux, serait plus développée. Dans le foie des têtards refroidis, ce sont les éléments épithéliaux qui prédominent ; dans le même organe des embryons réchauffés, le tissu vasculaire l'emporte au contraire.

IX. — Influence d'agents mécaniques sur le développement

Les seules influences auxquelles nous fassions allusion ici sont les phénomènes de compression et la force centrifuge.

Aux phénomènes de compression on a rapporté fort souvent la production d'anomalies ou de monstruosités. Cette manière de voir, qui s'appliquait particulièrement aux œufs d'Oiseaux, paraît tomber en complète défaveur. De nombreuses expériences réalisées dans diverses classes d'êtres vivants ont montré que les phénomènes de compression pouvaient amener des déformations, mais pas de modifications profondes dans la marche du développement.

Rabaud [1] a repris la question au sujet de la production de l'omphalocéphalie, monstruosité dans laquelle la tête de l'embryon s'engage dans le tube digestif, après s'être fortement fléchie et en partie atrophiée. Fol et Warynski avaient cru réaliser cette disposition par compression de la tête d'embryon de Poulet. S. Kaestner admet, comme les précédents auteurs, que le refroidissement momentané de l'œuf en incubation amène une dilatation du jaune qui comprimerait l'embryon contre la coquille. Rabaud n'a pas eu de peine à démontrer l'inanité de ces observations par trop superficielles. Par des expériences bien conduites, il a prouvé que si la compression peut amener un ralentissement de croissance, sans doute par gêne de la nutrition et principalement de la respiration directe des éléments cellulaires, jamais la monstruosité de l'omphalocéphalie n'apparaît dans ces conditions.

D'une façon générale, la compression sur des œufs en voie de développement a surtout été employée en vue de la modification des plans de segmentation des blastomères. Chez les espèces où les premiers blastomères ont une destinée fixe, il était particulièrement intéressant de troubler ainsi l'évolution et d'en observer le résultat.

Morgan [2] s'est adressé dans ces conditions aux œufs de *Nereis* et de *Ciona*. La compression de l'œuf exercée avant la première division de segmentation n'a aucun effet nocif si l'œuf est remis en liberté après l'achèvement de la séparation entre les deux premiers blastomères. Lorsque la compression est continuée, le troisième clivage des blastomères, au lieu d'être équatorial, est méridien comme les deux premiers. Les larves obtenues dans ces conditions sont anormales, les localisations germinales de l'œuf fécondé ayant été en partie brouillées par cette segmentation atypique. Une compression modérée n'empêche pas le développement de ces œufs, mais apporte un trouble dans la différenciation des organes.

D'autres auteurs, Browne [1] et Dederer [2], ont vérifié également sur différents œufs l'influence de la compression dans l'orientation des divisions des blastomères. Girgoloff [3] a constaté comme Rabaud la diminution de vitalité des blastomères sous la seule action de la compression. L'influence sur l'évolution de la larve d'*Ascaris* est d'autant plus marquée que la segmentation est plus avancée. Lorsque cette action mécanique se fait sentir seulement au début du développement, les blastomères reprennent ensuite leur place normale et l'embryon ne présente aucune malformation.

La compression comme la centrifugation oriente les fuseaux de division des blastomères. Les expériences où l'action de la force centrifuge a été employée dans l'étude du développement ont eu surtout pour but d'analyser les matériaux constituants de l'œuf, d'en troubler les localisations germinales et d'observer ensuite l'évolution dont la fécondation est le point de départ.

La centrifugation agit comme une augmentation considérable de la pesanteur. Suivant leur densité, les constituants du cytoplasme et surtout ceux qu'on nomme deutoplasmes se rangent en couches stratifiées, parallèles, souvent de coloration différente. C'est ce que Mc Clendon [4] a bien mis en évidence sur les œufs d'Oursin ou de Grenouille.

Il semble que cette séparation de substances

1. E. Rabaud : Recherches expérimentales sur l'action de la compression mécanique intervenant au cours de l'ontogenèse des oiseaux. *Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organ.*, Bd XXVI, 1908.

2. Morgan : The effects of altering the position of the cleavage-planes in eggs with precocious specification. *Arch. f. Entwicklungsmech. d. Org.*, Bd XXIX, 1910.

1. Browne : Effects of pressure on *Cumingia* eggs. *Arch. f. Entwicklungsmech. d. Org.*, Bd XXIX, 1910.

2. Dederer : Pressure experiments on the egg of *Cerebratulus lacteus*. *Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organ.*, Bd. XXIX, 1910.

3. S. Girgoloff : Kompressionsversuche am befruchteten Ei der *Ascaris megalocephala*. *Arch. f. mikrosk. Anatomie*, Bd LXXVI, 1910.

4. Mc Clendon : Chemical Studies on the effects of centrifugal force on the eggs of sea-urchin. *American Journal of Physiology*, t. XXIII, 1909. — Cytological and chemical Studies of centrifuged Frog eggs. *Arch. f. Entwicklungsmech. d. Org.*, Bd XXVII, 1909.

de densités différentes n'altère en rien les localisations germinales de l'œuf. Dans des œufs de Mollusques, Conklin[1] a pu modifier par centrifugation les couches diversement colorées du cytoplasme, mais le premier plan de segmentation et la bilatéralité qui se manifeste très tôt par une asymétrie notable ne sont nullement altérés ou modifiés. A mesure que la différenciation de l'œuf augmente et que, sans doute sous l'influence de la fécondation, un nouvel ordre de localisations germinales s'élabore, la centrifugation devient plus efficace et les troubles apportés au développement sont plus considérables.

Certains auteurs s'étaient même demandé si les modifications profondes apportées dans les premiers stades de développement par la centrifugation n'étaient pas capables de modifier le sexe des produits fécondés ; les recherches de Whitney[2] ont montré qu'il n'en est rien.

Lorsque la force centrifuge cesse d'agir sur les œufs en voie de développement, il y a une réaction du germe qui tend à reprendre une forme typique. Cette régularisation exige la remise en place de substances déplacées par la centrifugation. Ainsi lorsqu'on expérimente sur un stade de quatre blastomères et que la cloison équatoriale se forme immédiatement après l'expérience, les substances déplacées ne peuvent plus se répartir dans les blastomères nouvellement isolés et les germes meurent. C'est ce qu'ont montré les recherches de B. Konopacka[3] sur des œufs de Grenouille.

Dans ces expériences, il y aurait aussi une déviation du premier plan de segmentation; le pronucleus femelle étant déplacé par la centrifugation, le spermatozoïde, dont le trajet décide de la direction de ce premier plan, est amené à changer de route.

D'intéressantes observations de Morgan[4] montrent que les figures caryocinétiques se déplacent comme des corps solides sous l'influence de la centrifugation et agissent sur des régions de l'œuf où se sont accumulées des substances diverses, telles que du pigment, du vitellus ou bien une matière huileuse, sans que ces modifications du cytoplasme influencent la division cellulaire et la séparation des premiers blastomères.

1. Eg. Conklin : The effects of centrifugal force upon the organization and development of the eggs of freshwater Pulmonates. *Journ. of exper. Zool.*, IX, 1910.

2. D. Whitney : The effect of a centrifugal force upon the development and sex of parthenogenetic eggs of *Hydatina senta*. *Journ. of exper. Zool.*, VI, 1909.

3. B. Konopacka : Die Gestaltungsvorgänge der in verschiedenen Entwicklungsstadien zentrifugierten Froschkeime. *Bull. de l'Académie des Sciences de Cracovie*, 1908.

4. Th. Morgan : Cytological studies of centrifuged eggs. *Journ. of experiment. Zool.*, IX, 1910.

X. — Influence de diverses radiations sur le développement

Stevens[1] a utilisé les rayons ultra-violets dans l'étude du développement; d'*Ascaris megalocephala*. Un ou plusieurs blastomères sont arrêtés dans leur développement; suivant le stade lésé, l'embryon est complet ou anormal. L'exposition prolongée des œufs à ces radiations ne les tue pas immédiatement, mais arrête définitivement leur développement; les mitoses s'achèvent, les blastomères peuvent changer de position à l'intérieur de la coque, mais aucune segmentation ne se produit plus. En somme, l'action des rayons ultra-violets ne modifie pas les divisions cellulaires en cours, mais altère les mitoses suivantes dont les chromosomes sont fragmentés irrégulièrement.

Fauré-Frémiet[2] a fait sur le même objet des constatations identiques Guyénot[3] s'est adressé aux œufs et aux larves d'une Mouche, *Drosophila ampelophila*. Les œufs pondus exposés aux rayons ultra-violets ne se développent pas. Par contre, la seule modification qui apparaisse chez les larves irradiées est une mortalité plus grande. Les Mouches en train de pondre, soumises aux rayons ultra-violets, donnent des œufs qui se développent normalement ou avortent suivant qu'ils ont été pondus immédiatement après l'irradiation ou quelques jours plus tard. Il y a des résultats plus éloignés : Des Mouches descendant d'œufs irradiés dans le corps de la mère présentent des formes mélaniques et une stérilité partielle ou même totale.

C'est également dans les divisions cellulaires que se manifeste l'influence des rayons X, ainsi que l'a vérifié Gaskell[4]. Les mitoses sont ralenties ou même inhibées.

Dans ces conditions, le développement des embryons est considérablement retardé, sinon complètement arrêté; mais, comme il n'y a pas de spécificité dans l'action de ces rayons, les proportions des divers organes ou tissus ne sont pas troublées.

L'action du radium sur le développement

1. N. M. Stevens : The effect of ultra-violet light upon the developping eggs of *Ascaris megalocephala*. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXVII, 1909.

2. E. Fauré-Frémiet : Action des rayons ultra-violets sur l'œuf de l'*Ascaris megalocephala*. *C. r. Acad. Sc.*, t. CLVII, 1913.

3. E. Guyénot : Action des rayons ultra-violets sur *Drosophila ampelophila*. *Bull. Scientifique de la France et de la Belgique*, t. XLVIII, 1914.

4. J. F. Gaskell : The action of X Rays on the developing Chick. *Proceed. of. Roy. Soc.*, 1911.

embryonnaire a suscité un nombre de travaux bien plus considérable.

J. Tur[1], notamment, a expérimenté sur des germes très variés de Vertébrés ou d'Invertébrés. Les résultats de ses travaux peuvent être résumés ainsi : Les effets du radium ne sont pas immédiats. Il y a une période où l'action est purement latente, puis apparaissent des destructions spécifiques de cellules, qui sont limitées à certaines formations, principalement aux éléments nerveux embryonnaires et aux premières ébauches des muscles. Lorsque l'irradiation a été suffisamment précoce et efficace, toute trace de l'embryon est détruite : on obtient des germes sans embryon ou germes anidiens. Certains œufs sont plus sensibles que d'autres à l'action du radium : ainsi les œufs de Canard montrent des altérations plus complètes que ceux de Poules, sans doute en raison du développement plus lent de leur germe.

Hertwig[2] a retrouvé dans les œufs d'Amphibiens la période de latence dans l'action du radium. Comme dans les expériences de Tur, ce sont les ébauches nerveuses et musculaires qui sont les premières altérées. Les tissus de soutien, les ébauches du tube digestif sont beaucoup plus résistants. L'altération des cellules porterait presque exclusivement sur le noyau. Payne[3] confirme ces résultats : il a observé dans ces conditions un émiettement irrégulier des chromosomes. Par contre, Packard[4] affirme que les altérations dues au radium portent aussi bien sur le cytoplasme que sur le noyau. Il semble que cela varie du reste suivant les espèces. Dans les mêmes conditions, Packard a obtenu une cytoplasmolyse dans des œufs de *Nereis*, tandis que chez l'*Arbacia* c'est la chromatine du noyau qui paraît seule atteinte.

Vernoni[1] a constaté que, dans l'action du radium sur le germe de l'œuf de Poule, il n'y avait pas seulement des phénomènes de régression, mais des excitations de tissus qui amènent une augmentation de certains éléments, tels ceux du mésoderme. En même temps, ces cellules perdent leur aspect spécifique, deviennent indifférentes et prennent des aspects de cellules cancéreuses. Après des destructions partielles, notamment dans l'ébauche du système nerveux, il y a des phénomènes de régénération. En outre, l'action du radium permet des constatations intéressantes sur les différenciations cellulaires de l'embryon.

XI. — Influence d'agents chimiques sur le développement

Laissons de côté les expériences de parthénogenèse expérimentale au moyen de substances variées, pour attirer l'attention sur quelques expériences où les produits chimiques agissent sur le germe en voie de développement. Le choix de ces substances est ou bien consécutif à une idée préconçue ou bien purement empirique.

Ainsi Coventry[2] a étudié l'influence des acides chlorhydrique et acétique et de la soude sur les têtards de Crapaud. Jenkison[3] s'est servi de chlorure de sodium en solution variée pour agir sur les œufs de Grenouille en voie de développement. Reinke[4], Stockard[5], emploient l'éther et constatent des modifications dans le développement des ébauches nerveuses. Par l'emploi de solutions salines, Loeb[6] obtient une diembryonie chez l'Oursin. Toutes ces recherches donnent l'impression d'être livrées au hasard et leurs résultats ont plutôt une valeur de curiosité qu'une portée vraiment générale.

Plus intéressantes sont les observations de

1. J. Tur : Nouvelle série d'expériences sur l'action tératogène des rayons du radium sur les embryons de la Poule. *Comptes rendus de la Société scientif. de Varsovie*, t. I, 1918.

— Sur le développement des œufs de *Philine aperta* exposés à l'action du radium. *C. r. Acad. Sc.*, t. CXLIX, 1909.

— Expériences sur l'influence des rayons du radium sur les embryons du Canard. *Comptes rendus de la Société scientif. de Varsovie*, t. II, 1909.

— Sur le développement des œufs de *Scyllium* exposés à l'action du radium. *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, 13e réunion, Paris, 1911.

2. O. Hertwig : Die Radiumstrahlung in ihrer Wirkung auf die Entwicklung tierischer Eier. *Sitz. Ber. Akad. Wiss. Berlin*, 1910.

— Neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. *Sitz. Ber. Akad. Wiss. Berlin*, 1910.

3. F. Payne : A study of the effect of radium upon the eggs of *Ascaris megalocephala univalens*. *Arch. f. Entw. mech. d. Organ.*, XXXVI, 1913.

4. C. Packard : The effect of radium radiations on the fertilization of *Nereis*. *Journ. of experiment. Zool.*, t. XVI, 1914.

— The effects of the beta and gamma rays of radium on protoplasma. *Journ. of experiment. Zool.*, t. XIX, 1915.

1. G. Vernoni : Studi di Embriologia sperimentale. L'azione del radio sull' uovo di pollo. *Arch f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXXI, 1910.

2. F. Coventry : Note on the effect of hydrochloric acid acetic acid and sodium hydrate on the variability of tadpole of the Toad. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXI, 1910.

3. J. Jenkison : The effect of sodium chloride on the growth and variability of the tadpole of the Frog. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXX, 1910.

4. F. Reinke : Durch Aether erzeugte atypische Entwicklung des Gehirns der Salamanderlarve. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXVII, 1908.

5. C. Stockard : The artificial production of eye abnormalties in the Chick embryon. *Anat. Record*, t. VIII, 1914.

6. J. Loeb : Ueber die chemischen Bedingungen für die Entstehung eineiiger Zwillinge beim Seeigel. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXVII, 1909.

Werber [1]. Cet auteur considère les monstruosités naturelles comme résultant de l'action de substances provenant du métabolisme pathologique des parents, ainsi l'acide butyrique ou l'acétone. Ces substances ont une action tératogène très nette, qui se manifeste principalement là où les cellules embryonnaires ont un métabolisme le plus actif, ainsi dans la tête. Le résultat de cette action est une *blastolyse* qui se traduit par diverses monstruosités.

Les expériences dans lesquelles on fait agir sur les œufs ou les germes des substances chimiques, nécessitent une étude préalable des conditions suivant lesquelles ce produit est appliqué. C'est l'oubli de ce côté de la question qui enlève toute valeur aux recherches de Wælsch [2], qui s'est servi du rouge écarlate pour influencer des œufs de Poule en voie d'évolution. On sait qu'une large brèche faite à la coquille permet de suivre le développement normal des embryons d'Oiseaux. Nous avons montré, Ferret et moi [3], qu'il n'en est pas de même lorsque la lésion des enveloppes de l'œuf est très réduite, à la suite d'une piqûre d'aiguille par exemple. Il est juste d'ajouter que nos travaux, écrits en langue française, datent d'une époque où la science germanique ignorait ce qui se passait au delà des Vosges.

Wælsch avait employé le rouge écarlate en solution dans l'huile, à la suite des observations de Fischer [4] qui, introduisant cette substance sous la peau de l'oreille de Lapins, avait obtenu des proliférations épithéliales d'aspect carcinomateux. C'est également à l'action excitante du produit en question que Wælsch rapporte les monstruosités qu'il a provoquées et qui affectent exclusivement les ébauches du système nerveux central. Par simple piqûre de l'œuf sans introduction d'aucun agent chimique, nous avions, Ferret et moi, obtenu toutes les malformations décrites par Wælsch. On dirait que la plupart des dessins de son travail ont été calqués sur ceux du mémoire de Ferret, tant leur identité est complète. Dans une autre revue, nous discuterons les explications données par Wælsch sur le mécanisme de certaines monstruosités, telles que l'ourentérie; mais actuellement faisons remarquer que, si le rouge écarlate possède une action sur le germe de l'œuf de Poule, cette action se superpose à celle de la simple piqûre de la membrane coquillère et de l'albumine de l'œuf.

Dans un travail plus récent, Wælsch [1] décrit des proliférations épithéliales obtenues en introduisant du rouge écarlate sous la peau de larves de salamandres.

1. F. Werber : Experimental studies on the origin of monsters. An etiology and an analysis of the morphogenesis of monsters. *Journ. of experiment. Zoology*, t. XXI, 1916.
— Blastolysis as a morphogenetic factor in the development of monsters. *Anat. Record*, t. X, 1916.

2. L. Wælsch : Ueber experimentelle Erzeugung von Epithelwucherungen und Vervielfactungen des Medullarrohres (Polymyelie) bei Hühner Embryonen. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXXVIII, 1914.

3. P. Ferret et A. Weber : Nouveau procédé tératogénique applicable aux œufs d'oiseaux. *C. r. Soc. Biologie*, 1904.
— Spécificité de l'action tératogénique de la piqûre des enveloppes secondaires dans l'œuf de poule. *Comptes rendus de la Société de Biologie*. Paris, 1904.
P. Ferret : Essai d'Embryologie expérimentale. Influence tératogénique des lésions des enveloppes secondaires de l'œuf de poule. *Archives d'Anatomie microscopique*, t. IV, 1904.

4. B. Fischer : Die experimentelle Erzeugung atypischer Epithelwucherungen und die Entstehung bosartiger Geschwülste. *Münchener mediz. Wochenschrift*, 1906.

XII. — Transplantations d'embryons ou de tissus embryonnaires

Le principe de ces expériences est la recherche des causes des tumeurs en général, des tératomes en particulier. Depuis fort longtemps, les

Fig. 19. — *Germe de Crapaud ayant séjourné trois jours dans la cavité péritonéale d'un adulte. Segmentation irrégulière.* (D'après Belogolovy)

embryologistes ont été amenés à greffer des embryons dans les tissus adultes d'individus de même espèce. Citons ainsi Leopold [2], Féré [3], Wilms [4],

1. L. Wælsch : Ueber experimentelle Erzeugung von Epithelwucherungen. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XLII, 1917.

2. Leopold : Experimentelle Untersuchungen über das Schicksal implantirter Fœten. *Arch. f. Gynekologie*, Bd XVIII, 1881.

3. Ch. Féré : Note sur la production expérimentale de tératomes. *Arch. d'Anatomie microscop.*, t. I, 1897.

4. Wilms : Wachstum embryonalen Implantation und Geschwulstbildung. *Patholog. Gesellschaft*, Breslau, 1904.

Petroff[1], Oppel[2], Schwalbe[3], Osowski[4]; les résultats sont des plus variables et d'intérêt

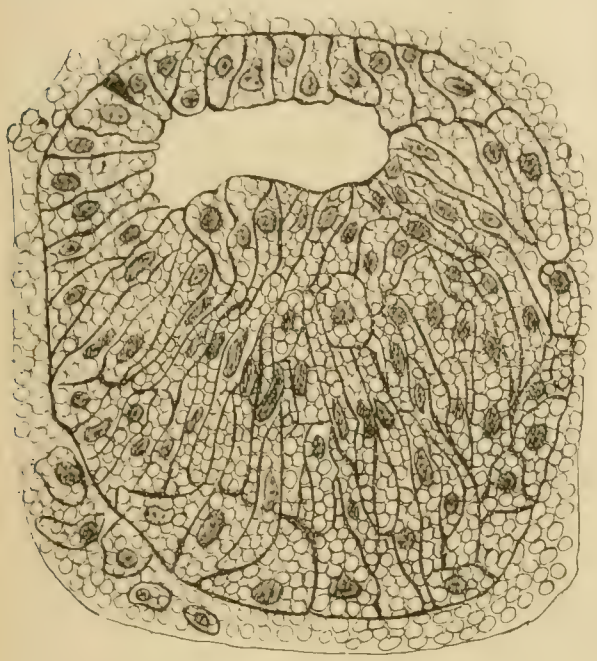


Fig. 20. — *Ebauche d'un organe, vraisemblablement d'une vésicule oculaire, dans une masse syncytiale d'un germe de Crapaud 23 jours après transplantation* (d'après Bélogolovy).

inégal. Il semble que les causes favorables à ces transplantations doivent se rechercher dans les différences d'espèces. La greffe d'un embryon d'une espèce ne réussit presque jamais sur un individu d'espèce différente, même voisine; d'autre part, des greffes d'embryons de même espèce ne réussissent pas dans le péritoine de Lapins et se développent dans celui du Rat. Il semble aussi que, pour chaque animal, il y ait des régions différentes où les transplantations se fassent dans de meilleures conditions. L'influence du système nerveux de l'adulte paraît nulle sur l'évolution du greffon embryonnaire.

Parmi tous les travaux récents, celui qui nous a paru présenter le plus d'intérêt pour les lecteurs de cette revue est celui de Belogolovy[1].

Ses expériences consistent dans l'introduction, dans la cavité péritonéale de Grenouilles ou de Crapauds adultes, d'œufs de ces mêmes animaux en voie de développement. Les œufs de Grenouille ne sont pas tués dans l'organisme du Crapaud et inversement, ce qui ne serait certainement pas le cas chez des Mammifères plus différenciés les uns des autres au point de vue de la composition chimique des milieux intérieurs.

Belogolovy dépouille les œufs de leur enveloppe albumineuse et les introduit dans l'animal adulte, alors qu'ils se trouvent encore aux premiers stades de leur évolution : morula, blastula, gastrula, neurula. Ces germes deviennent de véritables parasites dans un milieu très favorable à la vie de leurs éléments. Il s'ensuit une simplification de leur forme et de leur structure, véritable adaptation fonctionnelle à un genre de vie plus facile. L'auteur a poursuivi ses observations pendant plusieurs mois; il a obtenu des résultats très intéressants et très variés. Seules ses interprétations apparaissent comme passibles d'objections fréquentes.

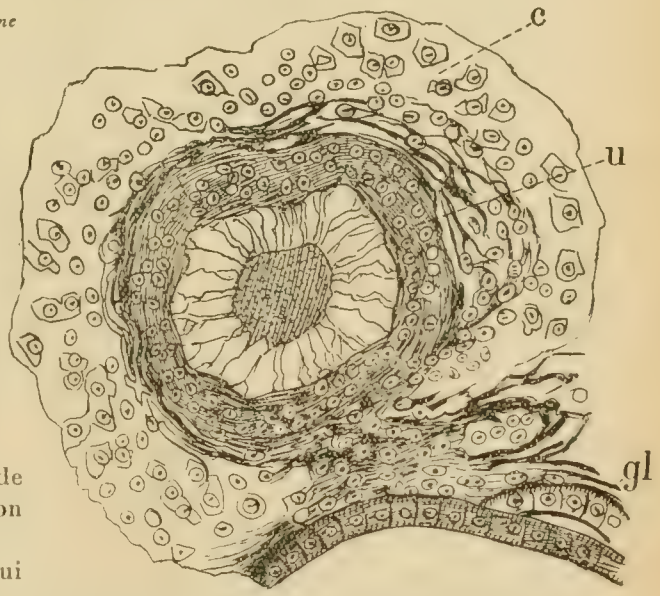


Fig. 21. — *Formation embryonnaire dans un germe de Grenouille, 50 jours après transplantation.*

c, cartilage; *u*, canalicule urinaire; *gl*, glande épidermique (d'après Belogolovy).

Voici quelques aperçus sur les faits eux-mêmes (fig. 19 à 22) :

Le développement typique de l'œuf des Amphibiens anoures, devenu parasite de la cavité

1. Petroff : Ein experimentelle erzeugtes Hodenembryon. *Centralblatt. f. Pathol*, 1906.

2. Oppel : Kausal-morphologische Zellenstudien. Die Explantation von Säugetiergeweben, ein der Regulation von seiten des Organismus nicht unterworfenes Gestaltungsgeschehen. *Arch. f. Entwick. mech. d. Organ.*, Bd XXXIV, 1912.

3. E. Schwalbe : Ueber Selbstdifferenzierung und abhängige Differenzierung der Gewebe in experimentellen Teratoiden. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXX, 1910.

4. H. Osowski : Ueber aktive Zellbewegungen im Explantat von Wirbeltierembryonen. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XXXVIII, 1914.

1. G. Belogolovy : Die Einwirkung parasitären Lebens auf das sich entwickelnde Amphibienei. *Arch. f. Entwickl. mech. d. Organ.*, Bd XLIII, 1918.

péritonéale d'un même animal adulte est d'autant plus modifié que le germe en question est transplanté à un stade plus précoce. Ce germe se dissocie en amas cellulaires ou en cellules isolées; les uns et les autres peuvent se comporter de manières très différentes : ou bien apparaissent des tissus ou fragments d'organes typiques tels que cartilages, glandes, tissus osseux, portions de muscles, corde dorsale, vésicules cérébrales; ou bien se constituent des formations qui diffèrent complètement des tissus normaux, tels que kystes, plasmodes, cellules d'apparence sarcomateuse.

L'action du parasite embryonnaire sur son hôte adulte est des plus intéressantes. Les cellules embryonnaires d'aspect sarcomateux pénètrent dans les tissus de l'hôte, détruisent ses organes et le tuent après quelques mois. Les organes adultes, au contact du parasite embryonnaire, présentent une croissance et une régénération beaucoup plus active que dans des conditions normales.

Il serait intéressant d'appliquer les idées de Child, dont nous avons parlé au début de cette revue, à l'explication de la dissociation des germes observée par Belogolovy. Pour ce dernier, la conception de l'individualité est assez simpliste :

L'être vivant est une portion de l'espace limitée par un ectoderme. A l'intérieur est un milieu très favorable à la vie des éléments cellulaires ; au dehors il y a des conditions beaucoup moins propices à la matière vivante.

Dans les expériences que nous venons de résumer, le milieu extérieur serait aussi favorable à la vie que le milieu interne; l'ectoderme, perdant sa raison d'être, se détruit et cesse de limiter l'être vivant, qui se dissocie et abandonne son individualité.

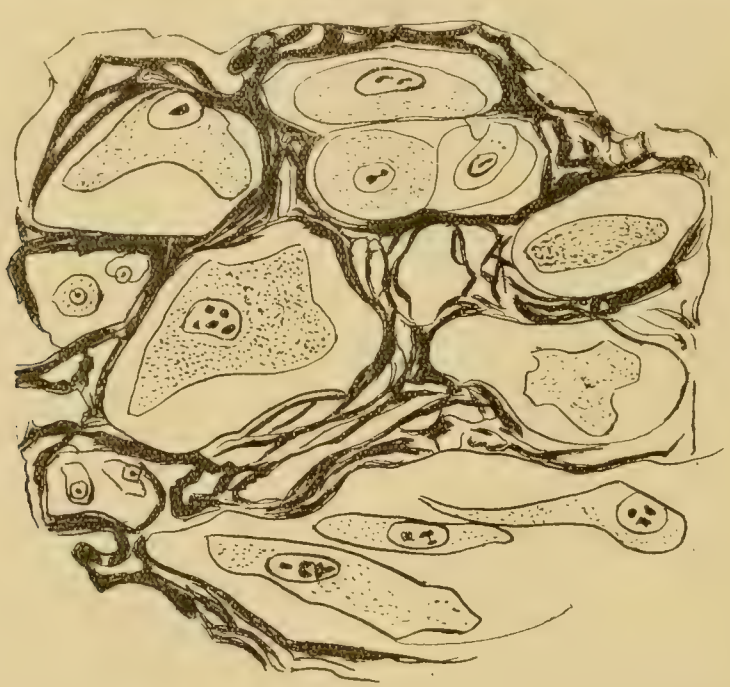


Fig. 22. — *Cellules d'apparence sarcomateuse détachées d'un germe de Grenouille transplanté depuis 83 jours et pénétrant les tissus de l'hôte adulte* (d'après Belogolovy).

Les interprétations que donne l'auteur des formations kystiques ou plasmodiales, comparées à des êtres pluricellulaires s'adaptant aux conditions nouvelles de vie créées par le parasitisme, sont également sujettes à discussion. Il n'en résulte pas moins des faits très curieux, dont un des plus importants est sans contredit la transformation directe d'éléments embryonnaires en cellules de nature cancéreuse.

Dr A. Weber,
Professeur aux Universités d'Alger et de Genève.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Demozay (L.). — **Relations remarquables entre les éléments du système solaire.** — *1 vol in-8° de 137 p. avec 57 fig. (Prix : 12 fr.). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1919.

L'auteur se défend de vouloir faire de la Cosmogonie. Il juge, avec Poincaré, qu'il serait tout à fait prématuré d'essayer d'expliquer les détails du système solaire et de les relier à la formation originelle, beaucoup trop éloignée. Cependant, il tient à signaler des relations qui lui paraissent permanentes et dont on devrait tenir compte dans tout essai de Cosmogonie.

Il établit d'abord des relations entre les densités des planètes, la distance et la durée de rotation de leurs satellites, ce qui lui permet de les ranger en trois groupes : Mercure seul, puis Vénus, la Terre et Mars dans le second, les grosses planètes dans le troisième. La densité du Soleil ne cadre pas du tout. Les considérations pour établir que ces relations approximatives sont éternelles paraissent bien aléatoires.

Il montre ensuite que les périhélies des planètes se trouvent situés dans chaque groupe sur une même spirale. Comme on peut toujours faire passer une spirale par trois points, ce fait perd de son importance. De plus les périhélies sont variables, et il est difficile d'y voir un reste de nébuleuse spirale, même en admettant que ce sont « les points de l'espace représentant les premiers centres de condensation » (p. 31).

D'autres relations sur les distances des planètes au Soleil, les inclinaisons de leurs axes et les longitudes des périhélies, sur leur durée de rotation et l'excentricité de leurs orbites, déduites des précédentes, ont aussi leur intérêt, mais un intérêt également relatif, d'autant plus qu'elles s'appliquent aux différents groupes de planètes plutôt qu'à l'ensemble.

Les chapitres sur la « forme primitive supposée à la nébuleuse et son mode de déplacement dans l'espace », sur « l'examen de divers modes possibles de formation des spirales », ou « l'aperçu d'ensemble sur une évolution possible de notre système solaire », ne manquent pas d'aperçus intéressants, mais paraissent reposer sur des bases aussi lointaines que fugitives.

Il semble bien qu'il faudra essayer de nous rendre compte des grandes lignes de l'évolution avant celles des détails, de la formation des étoiles dans le milieu nébulaire avant celle des planètes et des satellites. La résolution du problème de l'attraction d'un ou de plusieurs centres dans un milieu homogène indéfini permettra seule d'en aborder l'étude.

Alex. Véronnet,
Astronome à l'Observatoire de Strasbourg.

Chalkley (A. P.), *B. Sc. Londres ; A. M. Inst. C. E. ; A. I. E. E.* — **Les moteurs Diesel. Type fixe et type marine.** *Introduction par feu le Dr* R. Diesel. *Traduit sur la 4e édition anglaise par* M. Ch. Lordier, *Ingénieur civil des Mines. — 1 vol. in-4° de XV + 303 pages avec 182 figures (Prix : 30 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

Le moteur Diesel date d'une bonne vingtaine d'années, et, si l'étude de son cycle a fait couler des flots d'encre de la plume des théoriciens, les améliorations de son fonctionnement se sont poursuivies et se poursuivent encore avec succès indépendamment des recherches spéculatives. D'ailleurs, le fait de développer directement dans le cylindre du moteur l'énergie empruntée à un combustible liquide a constitué une révolution économique dans l'industrie des machines motrices : l'emploi des huiles lourdes végétales et animales épargne notre richesse houillère et celui des huiles minérales diminue des trois quarts les frais de transport du combustible.

Les ingénieurs d'usine et surtout ceux de la marine doivent être familiarisés avec le moteur Diesel : ceux qui débutent trouveront dans le livre de M. Chalkley un guide descriptif très simple et fort bien documenté.

Voici l'énumération des titres des chapitres : 1. Théorie générale des moteurs thermiques avec application spéciale aux moteurs Diesel; 2. Marche et fonctionnement du moteur Diesel; 3. Construction; 4. Installation et marche; 5. Essais; 6. Moteur type marine; 7. Construction du moteur type marine; 8. Etude des principaux organes des moteurs Diesel; 9. Avenir du moteur Diesel.

Les documents relatifs au type marine nous ont paru plus complets que tout ce qu'on trouve dans d'autres ouvrages. Il convient d'attirer l'attention sur eux au moment où notre marine, aussi bien que celles de nos voisins, est en voie de reconstitution. Ces documents d'actualité passeront sans doute vite, mais les chapitres d'un caractère général — écrits dans l'esprit pratique anglais — garderont longtemps encore de l'intérêt.

La traduction de M. Lordier sera d'autant mieux appréciée que la crise actuelle du charbon va sans doute devenir endémique.

A. Boulanger,
Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Gilbert (J.), *Membre de la Société des Ingénieurs civils de France.* — **Adduction et distribution d'eau.** Type de rapport explicatif et justificatif de l'alimentation en eau d'une ville, pour petites villes ou communes. — *1 vol. in-4° de 34 p. avec 6 pl. (Prix : 6 fr.). H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris*, 1919.

M. Gilbert, ayant eu à étudier l'adduction et la distribution d'eau d'une petite ville, avait rédigé un rapport explicatif et justificatif pour l'établissement de son projet et l'approbation de ce dernier par le Conseil municipal.

C'est ce rapport qu'il publie. Il donne des renseignements intéressants aux jeunes ingénieurs désireux de s'instruire et, à l'occasion, de faire des projets de distribution d'eau. On trouve sur ce sujet des indications générales intéressantes dans les publications du Service des Améliorations agricoles; M. Gilbert les a complétées par une application à un cas d'espèce.

Il y a dans ce travail de très bonnes choses. L'auteur préconise son système de joints qui est excellent, puis a prévu, ce qui est très rare, des robinets de vidange assez nombreux, ce dont nous le félicitons.

F. Diénert,
Chef du Service de Surveillance des Eaux de Paris.

2° Sciences physiques

Macfarlane (Alex.), *Ancien Président de l'Association internationale pour promouvoir l'étude des quaternions.* — **Lectures on ten British Physicists of the nineteenth century.** — *1 vol. in-8° de 144 p. avec 4 pl. (Prix cart. : 7 sh. 6 d.). John Wiley and Sons, New-York ; Chapman and Hall, Londres*, 1919.

Ce volume reproduit dix conférences données par M. Alex. Macfarlane, de 1902 à 1904, à l'Université Lehigh, sur des physiciens britanniques du XIXe siècle. Il étudie successivement la vie et l'œuvre de J. Clerk Maxwell (1831-1879), l'immortel auteur de la théorie électromagnétique de la lumière; de W. J. M. Rankine (1820-1872), l'un des fondateurs de la Thermodynamique ; de P. G. Tait (1831-1901), connu à la fois par ses travaux sur les quaternions et sur la théorie dynamique

de la chaleur; de Sir William Thomson, plus tard Lord Kelvin (1842-1907), le plus grand des physiciens anglais du XIXe siècle; de Ch. Babbage (1791-1871), l'un des premiers pionniers dans le domaine des machines à calculer; de William Whewell (1794-1866), dont l'œuvre principale touche plutôt à l'histoire et à la philosophie des sciences; de Sir G. G. Stokes (1819-1903), l'un des maîtres de la Physique mathématique; de Sir G. B. Airy (1801-1892), qui s'est distingué dans le même domaine en même temps qu'en astronomie; de J. C. Adams (1819-1892) et de Sir J. F. W. Herschell (1792-1871), qui comptent parmi les grands astronomes anglais.

Ces conférences ont été prononcées devant un auditoire comprenant à la fois des professeurs et des étudiants et le grand public; elles ne sauraient prétendre à donner une idée complète et une revue critique de l'œuvre et de l'influence de chacun des savants qui en forment l'objet; elles intéresseront néanmoins un cercle étendu de lecteurs. L. B.

Getman (Frédérick H.), *Ancien professeur adjoint de Chimie au Collège de Bryn Mawr.* — **Outlines of Theoretical Chemistry** (Généralités sur la Chimie Théorique). *Seconde édition entièrement revue et augmentée. — 1 vol. in-8° de XIII-539 p. avec 111 fig. (Prix cart. : 16 sh. 6 d.). John Wiley and Sons, New-York; Chapman and Hall, Limited, Londres,* 1918.

Bon manuel, de lecture facile, où la Chimie générale et la Chimie physique sont présentées sous une forme didactique, claire, avec suffisamment d'exemples typiques, de figures schématiques et de tableaux; les méthodes de mesures les plus indispensables et des problèmes y sont en bonne place.

Citons parmi les chapitres les plus intéressants ceux qui traitent de la classification des éléments, de la radio-activité, des colloïdes, de l'hydrolyse, de la photochimie.

Il est toutefois regrettable que la bibliographie française ne comporte pas dans cet ouvrage une plus grande place.

A. Hollard,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Thayer (Gerald H.). — **Concealing coloration in the animal Kingdom. An exposition of the Laws of Disguise through color and pattern** : *Being a Summary of* Abbot H. Thayer's *Disclosures. New edition with a new Preface. — 1 vol. in-4° de XIX-260 p. avec 140 fig. et 16 pl. en couleurs (Prix cart. : 25 sh.). The Mac Millan Company, New-York,* 1918.

Lorsqu'il parut pour la première fois en 1909, le livre de M. Gerald H. Thayer s'adressait aux seuls biologistes; sa nouvelle édition publiée l'an dernier, excitera très vivement la curiosité non plus seulement des biologistes, mais de tous ceux qu'à un titre quelconque l'art de la guerre intéresse.

On sait combien, pendant cette guerre, les procédés de ce que l'on a appelé le *camouflage* ont été à l'ordre du jour et le grand parti qu'on en a su tirer. Le livre de M. Gerald H. Thayer est l'exposé des lois suivant lesquelles le *camouflage* est réalisé dans la Nature; et c'est un exposé si clair, et si complet dans les détails, que s'en déduisent en quelque sorte d'elles-mêmes des méthodes d'utilisation pratique d'une précision inattendue. On peut dire que l'ouvrage de M. Gerald H. Thayer nous apporte le fondement scientifique de l'art du *camouflage*.

Outre les biologistes et les militaires, les peintres, enfin, le consulteront avec le plus grand intérêt et le plus grand profit.

Le problème du mimétisme est sans aucun doute l'un des plus mystérieux de la Biologie générale. On a remarqué depuis longtemps que de nombreux animaux imitent, par leur coloration générale, les dessins de leur surface, la forme de leurs contours, certains détails du milieu inanimé ou animé dans lequel ils vivent; et cette imitation, ce mimétisme dont la précision parfois déconcerte, aurait la valeur d'un véritable caractère adaptatif, car le plus souvent elle semble de nature à protéger l'animal qui porte un tel déguisement. Un Hémiptère de Borneo, le *Flatoïdes*, qui vit sur les troncs des arbres couverts de lichens, possède une couleur et des détails qui empêchent de l'en distinguer; les Phasmes ont l'aspect de petits bâtonnets qui se confondent absolument avec les branches des arbrisseaux où ils se posent; on pourrait dans cet ordre d'idées citer des centaines d'exemples, et leur nombre augmente tous les jours à mesure que les observations se multiplient... Quoi qu'il en soit, personne n'a pu jusqu'ici donner du mimétisme une explication acceptable, c'est-à-dire d'ordre scientifique rigoureux. M. Gerald H. Thayer ne nous apporte pas non plus cette explication, et la rechercher n'était d'ailleurs pas son but; mais, en précisant beaucoup mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'alors les données de ce difficultueux problème, il nous met sur la voie qui doit conduire à le résoudre tôt ou tard.

L'objet principal de ce beau livre est le développement de la loi découverte en 1896 par M. Abbot H. Thayer et qui peut s'énoncer ainsi : les animaux présentent naturellement une couleur plus sombre sur les parties de leur corps qu'éclaire la lumière du ciel et *vice versa*. On sait, en effet, que, d'une façon générale, tous les animaux dont l'attitude normale est d'avoir la région dorsale dirigée en haut et la région abdominale en bas présentent une teinte généralement foncée de la première et généralement claire de la seconde. Ceux dont l'attitude normale est renversée, qui en d'autres termes vivent dans cette position que j'ai appelée ailleurs *notothétisme*, présentent au surplus une inversion de leur teinte, le dos étant chez eux plus clair que le ventre; de nombreux exemples typiques pourraient être cités. Si l'on examine les faits avec plus de détails, on s'aperçoit pourtant que tout ne consiste pas en ce que les parties supérieures du corps soient plus sombres que les inférieures, mais que le corps tout entier est, si l'on peut dire, ombré en sens inverse (*counter shaded*). Il résulte de ces faits qu'un animal ainsi teinté, vu dans son attitude normale et dans son milieu, est absolument invisible, si l'on ajoute à cela qu'il présente une coloration générale et des détails de dessin qui reproduisent également la coloration générale et les détails habituels de son milieu. Il faut bien noter d'ailleurs, et l'auteur insiste comme il convient sur ce point excessivement important, que l'identité de la coloration et des détails de dessin serait absolument incapable de réaliser l'invisibilité, si ce qu'il appelle le *counter shading*, l'ombrage en sens inverse, n'existait pas. Et c'est de là que ressort toute l'importance de la loi de Abbot H. Thayer.

Une série d'expériences ingénieuses, pratiquées à l'aide de modèles artificiels, rendent manifestes les conclusions que viennent appuyer une longue série d'exemples, empruntés le plus souvent au monde des Oiseaux.

On ne peut songer à suivre l'auteur dans le détail de ses développements et à citer tous les faits particuliers de très haut intérêt qu'il énumère. Suffise, après avoir indiqué l'idée directrice de son livre, d'en recommander vivement la lecture. Ceux qui s'y reporteront y trouveront une question ancienne traitée sous un jour absolument nouveau et présentée aussi d'une manière exceptionnellement agréable et instructive. Le livre de M. G. H. Thayer est abondamment illustré; il contient un grand nombre de planches en couleur, peintes par lui-même, et qui sont des œuvres d'un talent rare.

Pour réaliser un tel ouvrage, il fallait la collaboration d'un savant et d'un grand artiste. L'un et l'autre se sont trouvés réunis en M. Gerald H. Thayer.

R. Anthony.

Dunn (Dr Courtenay). — **The natural history of the Child.** — *1 vol. petit in-8° de 319 p. avec 1 pl. en couleurs (Prix cart. : 7 s. 6 d.). Sampson Low, Marston and Co., Ltd., Londres et Edimbourg,* 1919.

Comme le reconnaît l'auteur lui-même, « après avoir

écrit un livre, la grande difficulté est souvent de lui trouver un titre », et celui qu'il a choisi pour son œuvre pourrait bien induire en erreur sur son contenu.

Il ne s'agit pas, en effet, d'un ouvrage didactique de Psychologie ou de Pédagogie, quoique ces deux disciplines y aient une large place, mais bien d'une série d'observations, de réflexions et surtout d'anecdotes de tous les pays et de tous les temps relatives à l'enfant, à sa vie et à son développement.

Le Dr Courtenay Dunn — dont on ne saurait récuser la compétence en la matière, puisqu'il s'avoue le père de sept enfants — a habilement groupé ses récits en 14 chapitres intitulés : Avant sa naissance ; Ses parents ; Ses premières années ; Son nom ; Son milieu ; Son langage ; Ses jours d'école ; Ses études ; Son développement ; Ses jeux ; Sa religion ; Son état mental ; Ses défauts ; Ses chagrins. L'auteur, faute de place, ne donne pas ses références, mais il annonce qu'il les a soigneusement vérifiées et que l'authenticité de ces récits est certaine, « autant qu'il est possible de prouver quelque chose ».

Tous ceux qui aiment l'enfance se délecteront à la lecture des pages, pleines de charme et d'humour, du Dr Courtenay Dunn.

A. V.

4° Sciences médicales

Tissié (Dr Ph.), *Président de la Ligue française de l'Education physique.* — **L'Education physique et la race.** — *1 vol. in-18 de 336 p. avec 24 fig. de la* Bibl. de Philosophie scientifique (*Prix : 5 fr. 75*). *Ernest Flammarion, éditeur, Paris*, 1919.

Le Parlement, sous la pression énergique de M. Henry Paté, Président du Comité national d'Education physique et d'Hygiène sociale, a voté en 1919 un crédit de 2.500.000 fr. pour favoriser le développement de l'éducation physique, crédit qui est prévu de 10 millions pour 1920. Cette somme peut paraître à première vue considérable, mais il faut penser que seul le développement des jeunes sujets peut permettre d'envisager la réduction du service militaire à un an, et l'on comprend alors que 10 millions consacrés au développement des futurs soldats représentent un placement superbe en se plaçant uniquement au point de vue financier. Parmi ceux qui auront le droit de se féliciter de l'importance enfin reconnue de l'éducation physique, il faut mettre au premier rang le Dr Philippe Tissié, « apôtre véritable qui, depuis vingt-cinq ans, lutte par la plume et par la parole, avec un désintéressement rare, pour le triomphe de l'éducation physique[1] ».

Pendant le dernier siècle, la gymnastique pratique en France, dans nos établissements scolaires, fut la gymnastique aux agrès, la méthode amorosienne, gymnastique absurde, antiphysiologique, visant à faire de quelques élèves de médiocres acrobates, mais non d'assurer le développement de la majorité ; et cependant on aurait pu apprécier les excellents résultats de la méthode suédoise, de la méthode de Ling.

Le Dr Tissié s'est constitué le grand défenseur de cette méthode ; son dernier livre, qui fait l'objet de cette notice, en est l'apologie enthousiaste. Il insiste sur les deux gymnastiques qui doivent assurer le développement harmonique de l'organisme humain, la gymnastique de formation et de constitution, suivie par la gymnastique d'application et d'adaptation.

Dans ces dernières années, sous l'influence notamment de Demeny, la méthode de Ling a subi dans les programmes officiels quelques transformations, d'où le terme de méthode éclectique donné à cette nouvelle direction. Le Dr Tissié expose, avec peut-être un peu d'amertume, les controverses qui séparent encore aujourd'hui les éclectiques et les rationalistes. Nous espérons que le nouveau règlement général d'éducation physique que vient d'adopter la Commission consultative instituée au Ministère de la Guerre, conciliera les camps adverses, dans la limite où ils sont conciliables.

J. P. Langlois,
Membre du Comité technique
de l'Education physique du Ministère de la Guerre.

1. Général Canonge : *De l'Education physique en France.*

Lalesque (Dr F.), *Membre correspondant de l'Académie de Médecine.* — **Arcachon, Ville de santé.** Monographie scientifique et médicale. — *1 vol. in-8° de 798 pages avec 2 pl., 64 graphiques et 134 fig.* (*Prix : 25 fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1919.

Ce livre, ouvrage de physiologie climatologique autant que de géographie régionale, dépasse les cadres d'une monographie, en ce qu'il résume les résultats généraux acquis au cours de ces dernières années par les méthodes climatothérapiques.

Grâce en grande partie aux travaux de l'auteur, la cure *marine d'été et d'hiver* réclame maintenant la tuberculose pulmonaire, la péritonite tuberculeuse, la coqueluche, et diverses affections cardiaques ; la « cure libre » du malade dans sa famille remplace la cure en sanatorium.

L'auteur décompose les facteurs agissant dans ces cures : la pureté atmosphérique, la luminosité, le vent, le repos, la diversion morale.

Il montre comment la chaleur, l'humidité, la pluie, la pression barométrique, les vents, les facteurs chimiques (ozone et térébenthine, sel, iode) caractérisent Arcachon comme station de climat marin atténué.

Il définit le climat marin d'après les agents physiques et ne laisse aux agents chimiques qu'un rôle secondaire.

A côté du climat, les autres facteurs du milieu physique et biologique font l'objet d'études approfondies, qui expliquent l'évolution d'Arcachon en tant qu'organisme social.

L'étude de la flore locale et des pins maritimes, celle de la faune du Bassin, de la pêche et de l'ostréiculture fournissent des documents curieux sur les « genres de vie » des habitants.

La présentation et l'illustration de l'ouvrage montrent heureusement que, malgré les difficultés de l'heure, la librairie française peut mettre au jour des publications n'ayant rien à envier à celles de l'étranger. Une bibliographie de 700 auteurs en fait une source de documents pour ceux qu'intéressent non seulement la région d'Arcachon, mais la Climatologie et la Biologie en général.

J. D.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Décembre 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **Auric** : *Sur le cycle des éclipses*. Le temps qui s'écoule entre deux éclipses de Lune doit être à la fois un multiple de la lunaison (29,530588 jours) et de la révolution draconitique (27,21222 jours). Pour trouver ces multiples communs, on réduit en fractions continues le rapport de ces deux nombres et on obtient une série de réduites, dont la plus utilisée, 242/223, correspond à la période de 18 ans 11 jours, déjà connue des Chaldéens sous le nom de Saros. L'erreur est seulement de 0,036 jour en 18 ans. Les réduites suivantes donnent des erreurs encore plus faibles. L'auteur propose d'utiliser la fraction 4904/4519 qui ne donne qu'une erreur de 0,0003 jour en 365,4 ans, et qui permettrait de prédire et de vérifier les dates des éclipses pendant plusieurs milliers d'années.

2° Sciences physiques. — M. **R. Soreau** : *Lois expérimentales de variation de la pression barométrique et du poids spécifique de l'air avec l'altitude*. Les formules barométriques en usage, si utiles en aviation, présentant des écarts considérables aux altitudes de l'ordre de 10.000 m., l'auteur propose la formule suivante : $Z = 5(3.064 + 1,73\,P - 0,0011\,P^2)\log(760/P)$, qui reproduit d'une façon pour ainsi dire parfaite les pressions moyennes P entre 2.000 et 17.000 m. L'auteur indique également une formule donnant le poids spécifique de l'air aux grandes altitudes. — MM. **H. Abraham, E. Bloch** et **L. Bloch** : *Sur la cinématographie ultra-rapide*. Les auteurs ont constaté que, grâce à l'emploi de décharges condensées fractionnées par soufflage, il est facile de prendre des vues cinématographiques à la vitesse de 20.000 photographies par seconde. — M. **G. A. Hemsalech** : *Sur les spectres émis par la frange rouge et la vapeur lumineuse au voisinage d'une lame de graphite incandescente*. Les spectres de bandes et de raies donnés par les vapeurs au voisinage d'une lame de graphite, chauffée par un courant électrique, doivent leur origine à deux espèces différentes de centres d'émission : 1° Ceux créés par l'action de la chaleur sur les carbures de métaux et dont le spectre est régi par la température de la lame (excitation thermo-chimique) ; ces centres ne sont pas sensiblement influencés par un champ magnétique ; 2° Ceux produits par le courant thermo-électronique et dont le spectre est régi simultanément par des actions thermiques et électriques (excitation thermo-électrique) ; ces centres d'émission sont, au contraire, très susceptibles aux forces magnétiques. — M. **S. Procopiu** : *Couches de métal d'épaisseur minima, mesurée par leur force électromotrice*. On a cherché à partir de quelle épaisseur la f. é. m. du Pt, recouvert d'un dépôt électrolytique mince, devient invariable et l'on a trouvé une épaisseur minima de 0,7μμ pour Cu et 2,5μμ pour Zn. L'auteur s'est proposé de rechercher l'influence du métal, qu'on recouvre du dépôt Zn ou Cu, sur l'épaisseur minima. Pour Zn, les couches minima sur les divers métaux sont les suivantes : Al 0,3 ; Pt 0,8 ; Fe 1,6 ; Ag 2,7 ; C 4,2 ; Ni 4,8μμ. — M. **Ch. Staehling** : *Sur la radioactivité de l'uranium*. L'auteur a constaté au cours du temps une baisse d'activité non pénétrante de tous les oxydes d'uranium, allant de 1 à 30,7 %. Les oxydes diminuent d'autant plus d'activité que leur couleur va plus vers le vert. L'oxyde noir vert dont l'activité avait baissé a été traité à l'acide nitrique, puis le nitrate obtenu calciné à nouveau pour oxyde noir : l'activité de cet oxyde est remontée à sa valeur primitive. — M. **G. Claude** : *Sur la synthèse de l'ammoniac aux pressions très élevées*. L'auteur a reconnu qu'aux pressions très élevées la combinaison de N et H s'effectue avec une grande facilité, sans que toutefois l'emploi d'un catalyseur approprié cesse d'être indispensable. Alors qu'aux pressions employées par la Badische Anilin on est limité à des teneurs inférieures à 13 %, on atteint plus de 40 % à 1.000 atm., et la faible dépense supplémentaire d'énergie nécessaire pour obtenir ce résultat est très largement rachetée. La zone des températures utilisables reste comprise entre 500° et 700°. — M. **L. Guillet** : *Sur les transformations subies par certains alliages d'aluminium*. Les transformations d'alliages d'aluminium précédemment signalées par l'auteur ont des causes différentes : l'alliage Al-Mn subit une transformation allotropique ; l'alliage Al Sb s'oxyde à l'air humide ; les alliages Al-Fe et Al-Ni ne subissent pas toujours de transformation ; celle-ci semble due à une impureté que l'auteur ne peut préciser. — M. **P. Dejean** : *Sur les points critiques d'aciers auto-trempants*. Des observations faites sur un acier au nickel-chrome-cuivre, il résulte que la dureté maxima de trempe est atteinte en deux stades, comme s'il y avait deux équilibres labiles correspondant respectivement à la production des points B_1 et B_2. L'auteur ayant montré précédemment la relation qui existait entre la production du point B et celle de la martensite, il semble qu'il y ait pour un même acier plusieurs martensites ou plusieurs aspects martensitiques. — MM. **A. Kling, D. Florentin, A. Lassieur** et **R. Schmutz** : *Préparation des chloroformiates de méthyle chlorés*. Les auteurs ont préparé le chloroformiate de méthyle $Cl.CO^2CH^3$ en faisant agir, à une température aussi basse que possible, le phosgène sur l'alcool méthylique. On chlore ensuite aisément le produit obtenu en faisant agir Cl en présence de lumière. Une chloruration plus avancée donne les dérivés di, puis les tri-chlorés.

3° Sciences naturelles. — M. **P. A. Dangeard** : *Sur la distinction du chrondiome des auteurs en vacuome, plastidome et sphérome*. D'après l'auteur, le cytoplasme renfermerait trois formations différentes par leur origine et par leur rôle : 1° le *vacuome*, dont les métachromes et les vacuoles se colorent électivement par les colorants vitaux ; ils renferment la métachromatine qui peut se condenser en corpuscules métachromatiques et grains d'aleurone, accumuler des lipoïdes et fournir l'anthocyane ; 2° le *plastidome*, formé par diverses sortes de *plastes* : mitoplastes, amyloplastes, chloroplastes et chromoplastes, dont la fonction est l'élaboration de l'amidon et celle des pigments chlorophylliens et carotinoïdes ; 3° le *sphérome*, constitué par les microsomes souvent imprégnés de substances oléagineuses. — M. **P. Bugnon** : *Sur l'emploi d'encres commerciales en histologie végétale*. L'auteur montre que l'emploi d'encres commerciales à base de tanin et de sulfate de fer communique aux membranes pecto-cellulosiques une teinte d'un beau bleu, capable de s'opposer avec avantage à des rouges, bruns ou verts. Elle s'allie très facilement au Soudan III et au vert lumière. Une autre encre noire, l'encre moderne Antoine, à base de campêche, mérite aussi de devenir un réactif histologique courant. — M. **J. Offner** : *Remarques phytogéographiques sur les massifs du Vercors et du Dévoluy*. Le Vercors est surtout caractérisé par l'apparition de plusieurs espèces faisant partie de ce qu'on appelle l'élément alpin méridional. La flore alpine du Dévoluy est incomparablement plus riche que celle du Vercors ; la cause en réside sans doute dans l'histoire des déplacements de la flore alpine depuis la période glaciaire. — M. **G. A. Boulenger** : *La distribution en Afrique des Barbeaux du sous-genre* Labeobarbus. L'auteur pense que les *Labeobarbus*, après s'être lancés dans toutes les directions dès leur arrivée en Afrique, ont été tenus en échec par leurs précurseurs les grands Characinides, et refoulés en certains points peu favorables à la vie de ceux-ci.

Débarrassés de cette compétition, ils s'y sont épanouis et diversifiés en une multitude de formes dont l'origine n'est pas très lointaine, au point de vue géologique. Chacun de ces types primitifs aurait produit des espèces secondaires qui se ressemblent. — MM. **L. Mercier** et **C. Lebailly** : *Cancer primitif du pancréas et cellules géantes chez la souris*. Les auteurs ont observé à l'autopsie d'une souris une tumeur sarcomateuse du pancréas. A la base du processus cancéreux paraît s'être trouvée une lésion primitive à action irritative prolongée. L'accroissement de la tumeur s'est fait uniquement par la multiplication des cellules cancéreuses déjà existantes, et non par transformation de cellules saines de l'organisme en nouvelles cellules cancéreuses. On peut donc admettre que, dès la création de la ou des premières cellules cancéreuses, il n'y a plus eu contamination de cellules nouvelles de l'organisme souris par un virus cancéreux. — M. **T. Kabeshima** : *Recherches expérimentales sur la vaccination préventive contre le bacille dysentérique de Shiga*. Il est probable que l'immunité est acquise à la suite d'une attaque de dysenterie de la même façon que dans les expériences de l'auteur, c'est-à-dire par l'absorption des produits de la dissolution du bacille de Shiga dans le tube intestinal humain sous l'influence du microbe bactériolysant de d'Hérelle. On peut donc espérer que, si ces lysats ne provoquent pas chez l'homme une trop forte réaction, ils pourront servir à la vaccination préventive contre la dysenterie. D'autre part, leur usage est indiqué dans l'immunisation des animaux, en vue de la production d'un sérum antitoxique ou agglutinant. — M. M. **Baudouin** : *Le péroné du nouveau-né à la Pierre polie et conséquences en Anatomie philosophique*. L'auteur a étudié et mesuré un péroné humain, provenant d'un très jeune enfant, trouvé dans un ossuaire vierge de la Pierre polie. La courbure est presque identique à celle des radius jeunes, et en sens contraire de celle du tibia. Cette conformation montre qu'au membre inférieur c'est le péroné qui représente le radius, ou plutôt que le radius n'est qu'un péroné de l'avant-bras. Par suite, le cubitus est le tibia, et la rotule n'est que l'olécrane devenu libre. Cette constatation montre que la théorie de l'inversion de l'humérus est parfaitement erronée. Les modifications au membre supérieur résultent de l'adaptation spéciale de ce membre à la préhension dès que l'homme est devenu bipède. — MM. **G. Bertrand, Brocq-Rousseu** et **Dassonville** : *Influence de la température et d'autres agents physiques sur le pouvoir insecticide de la chloropicrine*. Dans l'emploi de la chloropicrine contre les insectes, il n'y a pas à se préoccuper de l'influence de la lumière ou de l'obscurité, ni du degré hygrométique de l'air : ces circonstances sont sans effet. Au contraire, la température augmente d'une manière très importante, comme dans le cas des réactions chimiques, la vitesse d'action de la vapeur insecticide. Il y a donc intérêt, quand c'est possible, à élever la température des locaux où l'on utilise la chloropicrine pour la destruction des insectes.

Séance du 8 Décembre 1919

M. **Paul Janet** est élu Académicien libre, en remplacement de M. Landouzy, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Belot** : *Causes possibles de la courbe de lumière et de la pulsation des Céphéides. Application au noyau solaire primitif*. L'auteur établit des rapprochements entre la densité des Céphéides du type solaire et celle du noyau du Soleil primitif, ainsi qu'entre leurs durées de pulsation, ce qui conduit à supposer que les Céphéides doivent, comme ce noyau, leur pulsation au choc de la nébuleuse amorphe qui a produit les branches spirales de la Voie lactée. — M. **J. Guillaume** : *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de 1919*. La seconde moitié du trimestre a été marquée par une recrudescence d'activité telle qu'il faut remonter à l'année du dernier maximum, en 1917, pour rencontrer un développement comparable des taches et des facules.

2° Sciences physiques. — M. **Eug. Mesnard** : *Les formations cycloniques de l'atmosphère*. Sous ce nom, l'auteur désigne l'ensemble des masses de vapeurs procédant de formations nuageuses primitives, excitées, condensées et groupées par la répercussion des tremblements de terre, cyclones, raz de marée et syzygies. Il estime que la connaissance de la densité, de l'étendue et de la position de ces formations cycloniques rendrait possible la prévision du temps à plus longue échéance. Les observations enregistrées au jour le jour par les météorologistes, auxquelles viendront peut-être s'ajouter les indications fournies par la t. s. f., permettront d'y arriver. — M. **Ed. Fouché** : *Recherche d'une équation caractéristique appropriée à l'air atmosphérique*. L'auteur, en partant des résultats des mesures de Witkowski, a cherché à établir l'équation caractéristique d'un gaz fictif, qu'il nomme *aéroïde*, aussi voisin que possible de l'air par ses propriétés physiques. Il arrive à l'équation :

$$\left(p + \frac{\varphi}{(v+n)^2}\right)(v-b) = RT,$$

où p est la pression en kgr. par m², v le volume de de 1 kgr. du fluide, $b = 0{,}000850$, $n = 0{,}000350$, $R = 29{,}3$, $\varphi = \beta - \alpha \log.$ vulg. T ($\alpha = 18{,}662$; $\beta = 55{,}914$). Les isothermes de l'aéroïde tracées d'après cette équation correspondent en général très exactement à celles de l'air, sauf dans la zone critique. — M. **G. A. Hemsalech** : *Sur l'origine des radiations lumineuses émises par les vapeurs dans un four électrique à tube de résistance*. Le spectre émis par les vapeurs à l'intérieur d'un four électrique à tube de résistance est causé par deux émissions indépendantes, dont l'une est régie par des actions d'ordre thermique et l'autre par celles d'ordre électrique. Dans le four, ces deux actions sont toujours superposées, tandis qu'en opérant avec une seule lame de graphite portée à haute température par un courant électrique, l'auteur a pu les mettre séparément en évidence (voir p. 695 et 724). — M. **P. Jolibois** : *Sur un appareil permettant de réaliser dans un temps très court des mélanges liquides homogènes*. Lorsqu'on cherche à préparer certains précipités en mélangeant les deux liquides qui y donnent naissance, on est frappé du manque de constance de la composition des solides qui se forment. Pour obvier à cet inconvénient et réaliser le mélange rapide et homogène des liquides, l'auteur a réalisé un appareil dont le principe, très simple, consiste à faire arriver les deux liquides par les deux branches d'un tube en Y, afin qu'ils se mélangent dans la troisième branche. En faisant varier au moyen de robinets la vitesse du débit de chacun des liquides, on peut réaliser la proportion que l'on désire dans leur mélange. — MM. **Ch. Moureu, Ch. Dufraisse** et **P. Robin** : *Sur la stabilisation de l'acroléine. IV. Recherche de composés stabilisants contre la formation de disacryle*. Les auteurs ont analysé la mélange des produits résultant, avec l'acroléine, de la déshydratation de la glycérine en présence du bisulfate de potasse et recherché lesquels de ces produits jouissaient du pouvoir stabilisant. Parmi ces corps, deux surtout sont à retenir : l'acide benzoïque et le phénol ; tous les composés phénoliques semblent d'ailleurs doués de l'action stabilisante. — MM. **V. Grignard, G. Rivat** et **Ed. Urbain** : *Recherches sur la chloruration du formiate et du chloroformiate de méthyle*. Les auteurs ont préparé le chloroformiate de méthyle trichloré en faisant réagir le chlore sur le formiate ou le chloroformiate de méthyle sous l'action des rayons ultra-violets (produits par une lampe en quartz à vapeur de mercure) à une température s'élevant progressivement de 30° à 80°. Dans ces conditions, on obtient des liquides titrant de 80 à 90 % de chloroformiate trichloré. — M. **A. Piédallu** : *Sur le rôle du fer dans la casse bleue des vins*. L'auteur a reconnu que tous les vins ayant voyagé dans des wagons-foudres en fer non protégé cassent, et que les vins

atteints de casse bleue se dépouillent du fer par oxydation ; il suffit, pour conserver leurs qualités marchandes, de les mettre en milieu réducteur. Mais il vaut toujours mieux, comme on le sait déjà, éviter de mettre les vins en présence de fer.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Blaringhem** : *Anomalies florales observées sur la descendance de l'hybride* Linaria vulgaris × L. striata. L'hybridation expérimentale entre lignées sauvages normales de *Linaria vulgaris* et de *L. striata* est possible, quoique de réussite délicate. En F_1, les hybrides sont uniformes, intermédiaires, avec facies de *striata ;* isolés des parents, ils fructifient peu. En F_2, les graines, plus nombreuses, germent mieux, mais donnent naissance à des individus très différents, tous vigoureux et doués d'une longue pérennité. Sur 17 plantes, l'une paraît avoir fait retour complet à *L. striata ;* les 16 autres sont manifestement hybrides. Dans le cours de la 5e année, l'une d'elles fournit des pélories sur des rameaux tardifs fasciés, une autre des corolles pourvues d'appendices catacorollaires, une troisième les déformations caractéristiques de la dichogamie macrostaminée des Labiées. — M. **Paul Descombes** : *Sur le concours des arbres pour soutirer de l'eau à l'atmosphère.* L'auteur signale un certain nombre d'observations qui démontrent que, même en l'absence de pluie, les arbres provoquent une abondante condensation des eaux météoriques. Il a calculé que l'apport total d'eau dans une zone montagneuse des Pyrénées où la tranche pluviale est de 1 m. et dont les herbages couvriraient uniformément 40 °/₀ serait : de 1,16 m. sur un sol complètement déboisé, de 1,51 m. sur un sol possédant 5 °/₀ de bois et 5 °/₀ de broussailles, et de 2,97 m. sur un sol boisé à 30 °/₀. — Mlle **L. Dehorne** : *Hermaphrodisme et scissiparité.* L'auteur a constaté que la *Myrianida pinnigera* jeune, qui commence à bourgeonner, possède le sexe ♂ et ne forme que des Pobybostrichus ; mais lorsqu'elle vieillit elle prend le sexe ♀ et ne bourgeonne plus que des Sacconereis. En d'autres termes, elle est hermaphrodite, protérandre. Ce changement de sexualité est corrélatif de l'état métabolique. — M. **Ch. Oberthür** : *La symbiose des fourmis et des chenilles de* Lycaena. L'auteur a constaté que la chenille de *Lycaena alcon*, après avoir commencé son développement dans la fleur de gentiane, le termine dans les fourmilières où elle vit aux dépens des larves des fourmis. Il semble que les fourmis introduisent ces chenilles dans leur habitation à cause d'une sorte de miel sécrété par les chenilles et dont les fourmis sont très friandes. — M. **Ch. Richet** : *Injections de gomme ou de plasma après hémorragie.* A propos des expériences récentes de M. Barthélemy (voir p. 697), M. Richet fait observer que cet auteur n'a obtenu la survie que de chiens ayant perdu moins de 70 °/₀ de leur sang, ce qui peut se produire même sans traitement. Ce qui importerait, ce serait de faire vivre des animaux ayant perdu plus de 70 °/₀ de sang ; or M. Richet n'a obtenu cette survie qu'avec une injection de sérum, de plasma ou de sang. — M. **H. Bierry** : *Inanition, température, glycémie.* L'organisme animal ne peut faire servir à ses besoins physiologiques immédiats que le glucose, et ce glucose doit être fourni à un degré convenable de concentration. En d'autres termes, à un niveau thermométrique donné doit correspondre un niveau glycémique adéquat. A l'état normal, la température de chaque homéotherme est ainsi conditionnée, entre autres choses, par un seuil glycémique au-dessous duquel elle ne peut être maintenue. — M. **A. Richaud** : *Action de l'ouabaïne et de la strophantine sur la sécrétion salivaire, et mécanisme de cette action.* L'auteur a constaté que l'injection d'une quantité suffisante d'ouabaïne ou de strophantine chez le chien produit une augmentation de salivation, qui paraît coïncider avec la phase d'augmentation de pression. L'expérience montre que ce n'est pas par une action sur le système nerveux glandulaire que l'alcaloïde produit cette hypersécrétion ; il agit probablement sur les cellules glandulaires elles-mêmes. — MM. **A. Clerc** et **C. Pezzi** : *Adrénaline et quinine ; leur antagonisme.* Il y a antagonisme complet dans les cellules du centre bulbaire du pneumogastrique entre l'adrénaline, qui l'excite, et la quinine, qui le paralyse. Cette remarque s'applique aussi à l'action cardiaque : excitante et accélératrice pour l'une, ralentissante et dépressive pour l'autre. Sur la pression artérielle, même antagonisme : l'une est hypertensive, l'autre hypotensive. Mais l'adrénaline détermine l'hypertension par une action cardiaque et vasculaire combinée, tandis que la quinine provoque l'hypotension par son action cardiaque dépressive qui l'emporte sur l'action vasoconstrictive propre aux deux substances. — M. **A. Paillot** : *L'immunité naturelle chez les Insectes. Etude d'un cas d'immunité humorale.* L'auteur a constaté qu'un microbe isolé du hanneton, et très pathogène pour ce dernier, le *B. melolonthæ non liquefaciens* ε, est sans action sur les chenilles de *Lymantria dispar*, d'*Euproctis chrysorrhea*, etc. Chez celles-ci, il est détruit par l'action d'une bactériolysine non préformée dans le sang, et qui apparaît peu après l'inoculation du microbe ; la phagocytose ne joue ici qu'un rôle très secondaire. — MM. **Ch. Nicolle**, **A. Cuénod** et **G. Blanc** : *Démonstration expérimentale du rôle des mouches dans la propagation du trachôme (conjonctivite granuleuse).* Les expériences des auteurs montrent que : 1° la mouche qui a touché un œil trachomateux est capable de transmettre l'infection pendant un délai de 24 h. au moins ; 2° le résultat est le même si le produit virulent a été conservé 6 h. (cas de linges souillés) ; 3° dans les mêmes conditions et le même délai, la mouche est incapable de transmettre la conjonctivite aiguë ; 4° sans nier la part de la contagion directe, il y a lieu d'attribuer à la mouche un rôle important dans la propagation du trachôme.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Décembre 1919

M. **L. Camus** est élu membre de l'Académie dans la Section d'Anatomie et Physiologie.

M. **G. Bidou** : *Béquille permettant le déplacement des jambes à l'aide des bras.* L'auteur présente un appareil adaptable à toute béquille, permettant le déplacement des membres inférieurs à l'aide des bras, grâce à une action de la main sur un levier produisant le soulèvement de la jambe par la transmission du mouvement au moyen de câbles flexibles. C'est la marche rendue possible à un grand nombre de paralysés.

Séance du 9 Décembre 1919

M. **Capitan** : *Un traitement spécifique de l'angine de Vincent.* L'angine de Vincent est une maladie presque exclusivement militaire et d'ailleurs assez rare ; jusqu'ici tous les traitements mis en œuvre n'en réalisent la guérison que très lentement. L'auteur décrit un traitement spécifique, qui stérilise l'ulcération en 48 heures et la guérit complètement en quelques jours. Il consiste dans une piqûre intra-musculaire, dans la fesse, de 6 cm³ d'arsenic colloïdal de Fouard ; exceptionnellement, s'il y a persistance de quelques bacilles fusiformes et spirilles, on peut faire une seconde piqûre 48 heures après la première.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 29 Novembre 1919

M. **H. Piéron** : *Importance des divers facteurs sensoriels dans le sens du retour de la Patelle.* Ce sont les repères topographiques fournis par l'exploration tactile du relief qui dominent dans le retour. Sauf en cas de surface tout à fait lisse et polie, l'orientation de la Patelle, sur la place sur laquelle elle est adaptée, régie par l'exploration des tentacules palléaux, est toujours exclusivement conditionnée par le relief local. — M. **A. Guieysse-Pellissier** : *Origine de la cellule à poussières des alvéoles pulmonaires.* Elle a comme origine une cellule épithéliale profondément modifiée et adaptée à une fonction de phagocytose. — M. **M. Arthus** : *Immunité*

et Anaphylaxie. Ce sont deux états distincts pouvant exister simultanément chez le même animal, états dont les manifestations peuvent, du reste, se masquer. Ce ne sont pas des manifestations distinctes d'un seul et même état. — M. **L. Mercier** : *Production expérimentale de Mouches à corne.* L'auteur a observé sur une *Fucellina maritima* une curieuse malformation consistant en une petite corne insérée entre les deux yeux, due vraisemblablement à ce que la vésicule frontale était restée coïncée à un moment donné. Il a pu reproduire expérimentalement cette malformation en faisant éclore des pupes de la mouche dans des tubes de verre très étroits. — MM. **Ch. Achard, A. Ribot** et **L. Binet** : *Hyperglycémie provoquée dans les pancréatites expérimentales.* L'hyperglycémie provoquée par l'injection de glycose n'est pas modifiée par la ligature du canal de Wirsung, ni par la pancréatite hémorragique déterminée par l'injection de bile dans le canal de Wirsung. Par contre, l'extirpation totale du pancréas prolonge d'une façon anormale la durée de l'hyperglycémie provoquée par l'injection de glycose. Mais cette extirpation rend impossible l'hyperglycémie adrénalinique. Si l'extirpation est incomplète, l'hyperglycémie adrénalinique se produit. — M. **E. Wollmann** : *Le B. coli révélateur de la protéolyse.* Lorsqu'on ensemence du *B. coli* dans un milieu albuminoïde où pousse un microbe qui attaque les protéines, le *B. coli* produit de l'indol. Cette réaction peut servir à mettre en évidence la protéolyse dans les milieux albuminoïdes liquides. — M. **J. Jacobson** : *L'alcool benzylique dans la tuberculose expérimentale* (in vitro). 1° L'alcool benzylique a une action dissolvante sur les bacilles de Koch. 2° La culture de bacilles de Koch frais, macérée dans l'alcool benzylique, perd 75-80 % de son poids et se décolore partiellement. 3° L'alcool benzylique désagrège les bacilles de Koch et les rend moins colorables par la fuschine phéniquée à 1 %. 4° L'alcool benzylique liquéfie les crachats en les rendant blanchâtres et mousseux. — M. **Ed. Retterer** : *Du cortical osseux des dents simples.* Il se développe aux dépens du ligament dentaire dont les cellules conjonctives commencent par élaborer un cytoplasma clair abondant et par prendre la forme et la structure de petites cellules osseuses. Les lamelles ont la structure de lamelles osseuses à trabécules orientées perpendiculairement à la racine, de même que le sont les traînées amorphes et calcifiées intermédiaires. Le ligament dentaire s'ossifie donc pour produire le cortical d'après le même processus que le périoste ou les tendons. — M. **Hassan el Diwany** : *L'embryotrophe hématique chez quelques Mammifères et le fer foetal.* L'embryotrophe hématique est cette provision de sang, destinée à fournir à l'embryon le fer nécessaire, qui est réalisée par l'hémorragie placentaire bien connue. Les matériaux d'origine hématique et de nature biliaire s'accumulent dans la région apicale de la cellule, d'où ils sont rejetés par décapitation du corps cellulaire. Au contraire, dans la région basale du corps cellulaire, s'amassent les graisses et le pigment ocre qui, des cellules épithéliales, passent dans le tissu conjonctif de la villosité et de là à l'embryon. — MM. **L. Camus** et **E. Gley** : *Immunisation croisée.* Les auteurs ont constaté que des animaux immunisés contre le sérum de murène résistent au sérum d'anguille; inversement, des animaux immunisés contre le sérum d'anguille résistent au sérum de murène. Il y a donc pour ces deux ichtyotoxines immunisation croisée. Ce phénomène se produit toutefois avec le sérum d'animaux appartenant au même groupe zoologique.

Séance du 6 Décembre 1919

MM. **Grynfeltt** et **Euzière** : *Rôle de l'épithélium épendymaire dans la sécrétion du liquide cérébro-spinal.* Le mode de mise à mort produit des modifications dans l'aspect du chondriome des cellules épendymaires et parallèlement dans les cellules choroïdjennes. Ce phénomène semble traduire une étroite parenté fonctionnelle. On peut donc admettre que le revêtement épendymaire possède une activité sécrétoire de même ordre, mais à intensité bien moindre, que celle des plexus choroïdes. — M. **W. Kopaczewski** : *Tension superficielle et réaction de fixation.* L'apparition de la réaction positive de Bordet-Wassermann s'accompagne d'une augmentation de la tension superficielle et de la diminution de la viscosité sérique; c'est une indication nette en faveur d'une précipitation micellaire qui constitue la base de ce phénomène. — MM. **L. Launoy** et **M. Lévy-Bruhl** : *Action du sérum des animaux infectés par le bacille pyocyanique sur la protéase de cette bactérie.* 1° L'action antitryptique du sérum n'est pas modifiée chez le lapin; elle est un peu augmentée chez le cobaye; 2° Le sérum des animaux infectés, lapin et cobaye, ne contient pas d'antiprotéase spécifique; 3° Les mêmes sérums ont une action agglutinante très marquée pour les germes de la souche antigène. — MM. **R. Thieulin** et **Bernard** : *Action du fer colloïdal électrique sur la viscosité du sang.* Le fer colloïdal électrique favorise le retour rapide à une viscosité normale, c'est-à-dire aide à l'enrichissement moléculaire de la masse sanguine. — M. **L. Musso** : *Etude chimique des cultures du Cryptocoque de Rivolta.* 1° Il n'y a pas de pouvoir fermentatif. 2° Il se développe surtout dans les sucres du groupe des hexoses; cette consommation se fait régulièrement. La production d'ammoniaque est plus importante en eau peptonée qu'en eau glucosée. 3° Les colonies sont formées d'organismes très riches en eau (80 %). — M. **Hassan el Diwany** : *L'absorption intestinale chez quelques Invertébrés hématophages et l'alimentation hémoglobique.* De cette étude il résulte que la dégradation de la molécule de l'hémoglobine, tout en donnant lieu à des pigments biliaires excrétés, produit des matériaux utilisables et absorbés, parmi lesquels figurent la graisse et les composés ferrugineux.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Novembre 1919

M. **Pomey** : *Sur l'évaluation de n!* On sait que l'on a pour $n!$ la valeur asymptotique $n^n e^{-n}\sqrt{2\pi n}$; mais si l'on examine les démonstrations données dans les traités d'Analyse de Jordan, d'Humbert et d'Adhémar, on se trouve en présence des intégrales eulériennes ou de savants développements en série; or le physicien n'a pas besoin en général de connaître le facteur $\sqrt{2\pi}$; dans la théorie cinétique des gaz, il suffit d'avoir la formule :

$$n! = kn^n e^{-n}\sqrt{n} \qquad (n, \infty),$$

k étant une constante. La démonstration de la formule peut se faire de la façon la plus élémentaire. — M. **A. Bailloul** : *Mesure du pouvoir inducteur spécifique des liquides.* Quincke a indiqué, pour mesurer le pouvoir inducteur spécifique des liquides, la méthode de dénivellation. Son appareil est formé d'un condensateur plan dont les armatures horizontales, plongées dans le liquide à étudier, emprisonnent une bulle d'air. Quand on établit le champ électrique, le condensateur tend à augmenter sa capacité, la pression de la bulle d'air augmente et cette variation de pression peut servir à déterminer la valeur de K. Ce dispositif n'est pas commode, et l'auteur en a utilisé un autre, construit par M. Michaud, préparateur à la Sorbonne, pour des expériences de cours, et que M. Bailloul a perfectionné pour des mesures. Cet appareil est constitué par un condensateur cylindrique à axe vertical, entre les armatures duquel le liquide s'élève sous l'action du champ électrique. Une dénivellation se produit dans un tube latéral formant avec le condensateur des vases communicants. Une théorie très simple de l'appareil montre que l'on a : $K - 1 = B\delta h / E^2$, où B est une constante égale à $1{,}796 . 10^7$, δ la densité du liquide, h la dénivellation dans le tube latéral et E la différence de potentiel entre les deux armatures. L'auteur a étudié différents liquides et obtenu les résultats suivants :

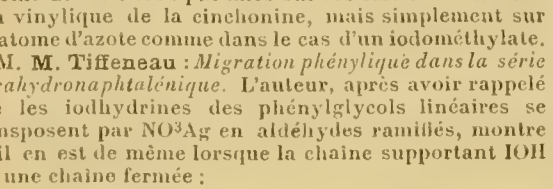
Benzine chimiquement pure	K = 2,28
» pure du commerce	2,23
Cyclohexane de synthèse	1,87
Essence de térébenthine (D_{15} = 0,870)	2,24
Huile de vaseline pure du commerce	2,19

Pour les solutions de phénol dans la benzine, la courbe de variation de K en fonction de la concentration passe par un maximum pour une concentration d'environ 11 %. L'appareil modifié convenablement peut servir comme électromètre, même pour des f. é. m. alternatives. — M. **A. Dauviller** : *Sur les constantes fondamentales de la spectrométrie des rayons X* (voir p. et). L'auteur arrive théoriquement, pour la distance réticulaire de la calcite, à la valeur $d_p = 3,02825 \pm 0,00225.10^{-8}$ cm.; les déterminations expérimentales ont donné des valeurs variant de 3,0279 à $3,04.10^{-8}$ cm. Pour le sel gemme, il semble illusoire de calculer la distance des plans réticulaires, à cause de la variation de sa densité provenant des inclusions. Toutefois, par comparaison avec la valeur trouvée pour la calcite, on arrive à $2,8125 \pm 0,0028.10^{-8}$ cm.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 28 Novembre 1919

MM. **L. C. Maillard** et **E. Murlay** : *Composé additif de la cinchonine et du chlorure de cacodyle.* Les auteurs ont reconnu que le chlorure de cacodyle se fixe très aisément sur la cinchonine par addition directe, pour donner naissance à la combinaison équimoléculaire $C^{19}H^{22}N^2O,(CH^3)^2AsCl$. Recristallisée par évaporation de solution chloroformique à la température ordinaire, on obtient de gros cristaux transparents qui seraient aisément mesurables et renferment $2CHCl^3$ de cristallisation. Ils s'effleurissent par perte de chloroforme; en tube scellé, ils se conservent indéfiniment. En présence de l'eau, le composé subit instantanément une décomposition hydrolytique, qui le scinde en chlorhydrate basique de cinchonine et oxyde de cacodyle; l'humidité atmosphérique suffit, et la substance, lorsqu'elle n'est pas fraîchement préparée, exhale l'odeur de l'oxyde de cacodyle. Dans le composé étudié, le chlore du chlorure de cacodyle est instantanément et totalement précipitable à froid par le nitrate d'argent. Les auteurs pensent donc que le groupement $(CH^3)^2As$ — et l'atome Cl — ne sont pas fixés sur les carbones du chaînon vinylique de la cinchonine, mais simplement sur un atome d'azote comme dans le cas d'un iodométhylate. — M. **M. Tiffeneau** : *Migration phénylique dans la série tétrahydronaphtalénique.* L'auteur, après avoir rappelé que les iodhydrines des phénylglycols linéaires se transposent par NO^3Ag en aldéhydes ramifiés, montre qu'il en est de même lorsque la chaîne supportant IOH est une chaîne fermée :



Avec l'iodhydrine isomère, de même que dans le cas des iodhydrines C^6H^5-CH^2-CHOH-CHI-R, il n'y a pas transposition; il y a formation d'oxyde d'éthylène :

Ainsi, le caractère tétrahydrocyclique de ce dérivé n'intervient pas pour provoquer une migration analogue à celle observée dans la série cyclohexanique, pas plus que la position de l'atome d'iode n'est suffisante pour produire une migration analogue à celle qui est attribuée à l'atome de brome dans la transformation du dibromure d'estragol.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Novembre 1919

MM. **F. G. Donnan** et **W. E. Garner** : *Équilibre à travers une membrane de ferrocyanure de cuivre et une membrane d'alcool amylique.* Les équilibres qui s'établissent à travers les membranes semi-perméables sont d'accord avec la théorie de Donnan dans le cas des membranes de ferrocyanure de cuivre et d'alcool amylique. Les solutions de ferrocyanure de K et de Na sont en équilibre à travers une membrane de ferrocyanure de Cu quand le rapport des concentrations de K à Na est le même des deux côtés de la membrane. Les solutions de ferrocyanure de Na et de Ca sont en équilibre quand le rapport du carré de la concentration totale du Na à la concentration totale du Ca est le même des deux côtés de la membrane. Les résultats des mesures des équilibres des ions Li et Cl des deux côtés de la membrane d'alcool amylique confirment également la théorie. — MM. **R. R. Le G. Worsley** et **P. W. Robertson** : *Les peroxydes de bismuth.* Les auteurs décrivent les produits obtenus par l'oxydation des sels de Bi par Cl en solution alcaline. Le produit qui se forme en employant un alcali dilué est un mélange d'oxydes et d'oxydes hydratés qui peuvent être séparés par l'action de l'acide nitrique à diverses concentrations. — MM. **T. M. Lowry** et **R. G. Early** : *Les propriétés du nitrate d'ammonium. I. Le point de solidification et les températures de transition.* Le point de solidification, qui ne peut être déterminé avec précision que si la substance a été pulvérisée avant dessiccation, est de 169° C. En refroidissant le nitrate fondu, on observe des points d'arrêt distincts dans la courbe des températures à 125°, 84° et 32° C.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE

Séance du 5 Juillet 1919

1° Sciences physiques. — M. **A. de Hemptinne** : *La loi de Faraday et l'action de l'effluve électrique sur les oxydes métalliques.* II. Mesure de la quantité d'hydrogène fixé sous forme d'eau lors de la réduction de l'oxyde de plomb par l'effluve électrique et de la quantité d'énergie électrique nécessaire pour effectuer cette réduction.

2° Sciences naturelles. — Mlle **Jeanne Terby** : *Les* Taraxacum *de graine sont-ils différents des* Taraxacum *de bouture?* L'auteur se demande si un organisme tel que le *Taraxacum*, où il n'y a pas de réduction chromatique, se maintient constant ou s'il est tout de même capable de varier. Les expériences semblent démontrer qu'il n'y a pas de variabilité.

Séance du 2 Août 1919

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Demoulin** : *Sur les surfaces réglées, les surfaces cerclées et les surfaces à lignes de courbure sphériques dans un système.* L'auteur se sert de deux méthodes, celle du trièdre mobile et celle du pentasphère mobile.

2° Sciences physiques. — M. **A. de Hemptinne** : *La loi de Faraday et l'action de l'effluve électrique sur les gaz.* La loi de Faraday se retrouve sous certains rapports pour les réactions qui s'effectuent dans les gaz sous l'influence de l'effluve électrique, à condition d'opérer à des pressions assez faibles. — M. **W. Mund** : *Sur les tensions de vapeur de l'anhydride sulfureux.* Description de la méthode de mesure et communication des résultats.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sens. — Imp. Levé, 1, rue de la Bertauche.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXX DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1919)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie

BOSLER (J.). — Le principe de relativité généralisé et l'éclipse de Soleil du 29 mai 1919. 669
MOYE (M.). — Application de la photométrie photoélectrique à l'Astronomie. 573
Les étoiles naines 1
Nouvelles observations sur le rayon vert : le rayon vert artificiel. 162

Anatomie

ANTHONY (R.). — Un projet de Catalogue des Collections d'Ostéologie comparée du Muséum. 252

Botanique et Agronomie

CLERGET (Pierre). — Les plantations de caoutchouc en Malaisie. 5
RIGOTARD (L.). — Le sump (*Balanites ægyptiaca*) . . . [illegible]
RIGOTARD (M.). — L'expérimentation agricole en Algérie. 195
— Alimentation du bétail et cultures fourragères aux Indes 463
Le forçage artificiel des racines 67
La science agronomique aux Etats-Unis 160
Recherches sur les pneumatocarpes 192
L'origine et le support physique de la succulence chez les plantes. 532
Les effets d'orientation des lumières monochromatiques d'égale intensité sur les spores et les rhizoïdes de *Fucus* 545
L'utilisation industrielle des sauterelles comme engrais. 575
Sur la vitesse de locomotion des bactéries 609
Une plante dangereuse pour les insectes qui en assurent la pollinisation. 641

Chimie physique et générale

BELLOC (G.). — A propos de l'occlusion des gaz dans les métaux. 131
DE MONTESSUS DE BALLORE (R.). — Sur le poids atomique du plomb-radium . . . . . .
La réduction de l'acide formique et la production d'aldéhyde formique et d'alcool méthylique aux dépens des formiates 90
Adsorption des gaz par des surfaces planes de verre, de mica et de platine. 130
La nature de l'affinité chimique et la valence des atomes. 194
La rouille du fer en contact avec d'autres métaux et alliages 231
Poids atomique du plomb extrait de la samarskite . . 431
Matière et lumière. Essai de synthèse de la Mécanique chimique 261
La stabilisation de l'hypochlorite de chaux. 362
La formation de l'acide graphitique et la nature du graphite 295
Saveur et constitution chimique . . . . . [illegible]
Les méthodes de production de gros cristaux homogènes dans les solutions . . . . . [illegible]
Absorption de différents anions par le sulfate de baryum précipité 574
L'attaque de l'acier au nickel par l'oxyde de carbone . [illegible]
L'adsorption sélective et ses conséquences . . . . . [illegible]
Sur le poids atomique du plomb-radium 673
Relation entre les propriétés magnétiques des métaux et leur pouvoir d'occlusion pour l'hydrogène . . . [illegible]

Chimie industrielle

CLERGET (Pierre). — La production minière et métallurgique aux Etats-Unis pendant la guerre 231
DESMARETS (M.). — Nouveau procédé de cémentation au moyen d'un bain de sels. 363
RIGOTARD (L.). — Fabrication d'huile de palme neutre. 100
L'effet de la chaleur sur la verrerie de laboratoire. . . 66
L'augmentation de la résistance des pavés de bois . . 67
La préparation commerciale de l'hélium pour le gonflement des dirigeables 135
L'emploi de composés chimiques pour déceler la surchauffe des paliers ou des parties de machines . . 262
L'extraction du thallium des poussières des gaz de grillage des pyrites. 331
La production de la glycérine aux dépens des mélasses. 396
L'action des conditions atmosphériques sur la laine et le drap. . . . . [illegible]
La fabrication de la glycérine par fermentation en Allemagne pendant la guerre. 544
La fabrication synthétique du caoutchouc en Allemagne pendant la guerre . . . . . [illegible]
La production de l'hydrogène par l'action de l'oxyde de carbone sur la chaux éteinte. 637
L'inflammabilité de la poudre d'aluminium. . . . . [illegible]
La fabrication de l'alumine à partir de l'argile ordinaire. 673
La production de l'aluminium pendant la guerre . . . [illegible]

Chimie biologique

Etudes biochimiques sur le liquide des urnes de *Nepenthes*. 35
La diffusion de l'aluminium dans les plantes 131
Recherches sur les peroxydases. 163
Recherches récentes sur la biochimie des hydrates de carbone 363
Sur la présence de l'acide formique dans les poils urticants de l'ortie. 641
L'emploi de la silice gélatineuse comme milieu bactériologique. 674

Distinctions et solennités scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris, 1, 65, 129, 229, 329, 361, 393, 669
Les Médailles de la Société Royale de Londres 669
Les Prix Nobel 669

Électricité industrielle

Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection. 3
Effets inductifs des courants électriques de traction sur les circuits téléphoniques et télégraphiques. . . . [illegible]

Géographie et Colonisation

CLERGET (Pierre). — La délimitation des régions économiques françaises 101
— La voie ferrée du 45e parallèle. . . . . [illegible]
— Un nouveau tracé de chemin de fer transsaharien. [illegible]
— La navigation rhénane. . . . . [illegible]
— Le trafic du Rhin et le port de Strasbourg . . . . [illegible]

29583

REGELSPERGER (Gustave). — La Mission de délimitation Afrique Equatoriale française-Cameroum, dirigée par l'Administrateur L. Périquet, de 1912 à 1914 . 36
— Nouvelle exploration du Danois Rasmussen dans le Groenland septentrional 333
— L'exploitation des bois coloniaux : les bois de la Côte d'Ivoire, du Gabon et de l'ancien Cameroum. 641

Géologie et Paléontologie

L'émigration industrielle aux Etats-Unis 643
CLERGET (Pierre). — Le nouveau bassin houiller de la région lyonnaise 67
— Le minerai de manganèse. 641
Un continent dévonien, le Falklandia 332
La nature des explosions volcaniques. 365
Le puits le plus profond du monde. 544
Production de fer oxydulé magnétique dans une roche par le chauffage 575

Institutions scientifiques

La deuxième session de la Conférence interalliée des Académies scientifiques. 1
La Conférence des Académies alliées et associées à Bruxelles et la création d'un Conseil international de Recherches scientifiques. 541

Mathématiques

L'itération 161

Mécanique et Génie civil

CLERGET (Pierre). — L'aménagement du Rhône. . . . 229
— Le tunnel sous la Manche. 501
— Le Ve Congrès national de Navigation intérieure. 637
— La navigation rhénane. 671
— Le trafic du Rhin et le port de Strasbourg 703
Les recherches du Bureau américain des Mines sur la combustion dans les foyers de chaudières. 33
Recherches sur les causes de la corrosion ou de l'érosion des hélices propulsives 295

Météorologie et Physique du Globe

BOSLER (Jean). — Les aérolithes et la composition du Globe. 261
L'influence du vent sur la distribution des glaciers. . . 164
Quelles sont les conditions météorologiques qui influent sur la santé 261
Phénomènes magnétiques observés pendant les éclipses de Soleil 501
Le refroidissement du sol pendant la nuit et les gelées de printemps. 670

Nécrologie

ANDRÉ (G.) — Th. Schlœsing (1824-1919) 293
ANTHONY (R.). — Gustave Magnus Retzius (1844-1919). 637
LECOMTE (Henri). — Edouard Bureau 97
MANGIN (L.). — William Gilson Farlow. 542
Sir William Crookes 329
Lord Rayleigh 461

Photographie

Simplification du développement contrôlé des plaques autochromes. 575

Physiologie

Le rôle des graisses dans l'alimentation 36
Le temps de réaction de quelques réflexes chez les oiseaux 101
Les activités des poulets décérébrés et décérébellés. . 132
La survie des globules sanguins transfusés dans la circulation. 263
L'énigme du cerveau des Oiseaux 297
Une nouvelle conception du strabisme et le traitement qui en dérive 396
Le rôle des plaquettes sanguines dans l'immunité naturelle. 464
L'anoxémie, ses causes et son traitement. 504
La température de la peau de l'homme. 576

Physique

MAQUENNE (L.). — A propos d'une trompe à mercure à remontage automatique 163
MATHIEU (Paul). — Au sujet d'une trompe à mercure à remontage automatique 503
Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux. . . . 2
Propriétés des métaux soumis à l'action des rayons α. 34
Conductibilité de l'eau de mer pour les courants de fréquence radiotélégraphique 34
Les travaux du Laboratoire national de Physique anglais en 1917-1918 65
Influence d'un champ magnétique transversal sur la décharge dans un tube de Geissler 66
Une nouvelle théorie des rapports de la gravitation et de l'électricité 98
Action de la lumière sur les particules ultramicroscopiques 129
Détermination du nombre de particules α émises par le radium 130
Emploi du violet méthyle pour sensibiliser les plaques photographiques dans le rouge. 163
Phosphorescences de types divers. 193
Variation de la résistance électrique pendant la fusion des métaux 230
Variations du courant photo-électrique produites par l'échauffement, l'occlusion et l'émission des gaz. . 231
Propriétés des écrans renforçateurs utilisés en radiographie. 262
Mesure de l'épaisseur de la pellicule formée par les liquides sur le verre et le sable. 296
Sur le vieillissement des lampes en quartz à vapeur de mercure. 296
L'application de la piézo-électricité à la mesure des pressions. 330
Méthode oscillante pour mesurer les dimensions des particules ultramicroscopiques 393
Sur la transformation directe de la chaleur en énergie électrique par d'autres voies que les couples thermo-électriques 429
Un nouveau tube à vide à anode extérieure. 430
Recherches sur le recuit des verres d'optique 462
Sensibilité photoélectrique et propriétés rectifiantes de la molybdénite. 463
Enregistrement des particules α, des particules β et des impulsions dues aux rayons γ et aux rayons X. 502
La protection des surfaces argentées. 573
La découverte des objets invisibles par les radiations calorifiques 605
Manomètre à levier optique. 606
Le frottement statique et les propriétés lubrifiantes de certaines substances chimiques 606
L'application des rayons ultra-violets au signalement. 638
Sur quelques propriétés des diapasons entretenus électriquement 639
Propriétés photo-électriques de minces feuilles de métal. 639
Variations de l'intensité du son émis par les résonateurs et les tuyaux d'orgue suivant la pression du courant d'air. 672
Etude des vibrations sonores de certains gels d'acide silicique. 673
Déformation élastique isotherme et adiabatique 701
Emploi des tuyaux sonores pour la détermination du nombre de vibrations d'un son quelconque 701

Sciences médicales

REGELSPERGER (Gustave). — La peste bovine en Afrique Occidentale française. 432
L'action du sulfate de cuivre sur le plankton des eaux d'alimentation 68
L'état actuel de la chimiothérapie de la tuberculose et les difficultés du problème. 196
La peste aux Indes depuis vingt ans. 365
L'agent pathogène de la fièvre jaune. 464
L'antiseptisation des vêtements du combattant. 546
Nouvelles recherches sur l'étiologie de la fièvre jaune. 577
Le rôle des mouches dans la propagation de la dysenterie bacillaire. 609

Zoologie

CLERGET (Pierre). — Le rôle et la valeur économique des oiseaux 608
Le vol des moustiques 7
La formation des fils de soie 36
L'habitude du retour au nid chez un Mollusque pulmoné. 68
La restauration de la vitalité par conjugaison chez les Protozoaires. 431
L'hivernage de la mouche domestique. 546
La destruction des larves de moustiques dans l'eau renfermant des *Chara fœtida* 702

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Anthropologie

KEITH (Prof. Arthur). — La différenciation de l'humanité en types raciaux 610

Astronomie et Géodésie

BOSLER (Jean). — Edward C. Pickering et son œuvre. 133
— Revue d'Astronomie (années 1917 et 1918) 521

Biologie générale

LEGRAND (Dr Louis). — Une conception biologique nouvelle de la cellule. 397

Botanique et Agronomie

BEAUVERIE (J.). — Les méthodes de sélection appliquées aux céréales de semences. Etat actuel de la question. 79, 108
— Revue d'Agronomie. 370, 411
BERNARD (Dr Ch.). — La culture du thé aux Indes néerlandaises. 516
GRANDIDIER (G.). — Les forêts à Madagascar. 624
PÉCHOUTRE (F.). — Revue de Botanique 242

Chimie

BECQUEREL (Paul). — Les chlorures des eaux potables de la craie de Picardie. 489
BERTHOUD (A.). — La structure des atomes. 578
DELESNE (A.). — L'occlusion des gaz par les métaux à la Société Faraday 17
DEMENGE (Emile). — Les industries métallurgiques françaises d'avant guerre. Leur avenir. 506
JAEGER (F.-M.). — Recherches nouvelles sur le principe de Pasteur. 298
MAILHE (A.). — Revue de Chimie minérale. 442
MARTINET (J.). — Couleur et Constitution chimique. . 334

Enseignement

CAMICHEL (C.). — Le projet de loi Pottevin et les Instituts techniques d'Universités. 39
CHAINE (J.). — L'Enseignement professionnel de la fillette musulmane et la rénovation des arts féminins indigènes au Maroc. 211
LANGLOIS (J. P.). — France et Roumanie. 675
VILLEY (Jean). — Les Laboratoires d'enseignement et de recherches de Physique et Mécanique industrielles. 233
— La collaboration scientifique et universitaire franco-roumaine 675

Géographie

GRANDIDIER (G.). — Les forêts à Madagascar. 624

Géologie, Minéralogie et Paléontologie

CHAUTARD (Jean). — La recherche des gisements de pétrole. 278
JOLEAUD (L.). — Les migrations des Mammifères américains et africains à travers les régions atlantiques pendant les temps néogènes. 704
RÉVIL (J.). — Revue de Géologie, 1re partie 20
— 2e partie. 47
WITZ (Aimé). — Le champ de potasse d'Alsace. 477

Histoire des Sciences

BOTTAZZI (Fil.). — La vie et l'œuvre de Léonard de Vinci. (A propos du quatrième centenaire de sa mort). . 465
RIVIÈRE (Mg. J.). — James Watt. Son rôle dans le développement de la machine à vapeur. 644

Mécanique et Génie civil

DESMARETS (M.). — La combustion de surface. 274
— L'organisation scientifique du travail. Revue de quelques ouvrages récents traitant ce sujet. . . . 588
FOURNIOLS (M.). — La construction des chalands et des navires de mer en ciment armé. 617
MARCHAND (Henri). — La soudure autogène. Ses progrès pendant la guerre 433
RIVIÈRE (Mg. J.). — James Watt. Son rôle dans le développement de la machine à vapeur 644

Météorologie et Physique du Globe

GAIN (Louis). — La prévision des houles sur la côte du Maroc 408
KOPPEN (W.). — Une nouvelle classification générale des climats 550
ROUCH (J.) et GAIN (L.). — Les cartes des vents à l'usage des aéronautes 168

Nécrologie

BOSLER (Jean). — Edward C. Pickering et son œuvre 133

Physiologie

CANNON (Major W. B.). — Les bases physiologiques de la soif. 69
GLEY (E.). — La Physiologie et la Station zoologique de Naples. 368

Physique

BATTESTINI (Félix). — Les transformations des images optiques par des réflexions multiples. 656
BERTHOUD (A.). — La structure des atomes. 578
BOUTARIC (A.). — L'émission d'électricité par les corps incandescents. 1re partie : Les résultats expérimentaux et les théories 171
— 2e partie : Les applications. 198
BOUTROUX (Léon). — Sur l'harmonique aristoxénienne. 265
FORTRAT (R.). — Entropie et probabilité. 135
JAEGER (F. M.). — La détermination exacte des tensions superficielles, du poids spécifique et de la conductibilité électrique des liquides à des températures très élevées. 5
WEBSTER (A. G.). — La mesure absolue de l'intensité du son. 547

Sciences diverses

Ce que le traité de paix doit exiger de la Science et de l'Industrie allemandes 102
Le rôle du Gouvernement britannique dans l'organisation de la recherche scientifique. 165
OTLET (Paul). — Les Associations internationales et la reconstitution de l'après-guerre. 114

Sciences médicales

BECQUEREL (Paul). — Les chlorures des eaux potables de la craie de Picardie 488
BRUNET (Louis). — La Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge. 648
CHAVIGNY (P.). — L'invasion des poux aux armées en campagne pendant la guerre de 1914-1918. 1re partie : Biologie du pou du corps. 308
— 2e partie : Moyens de destruction des parasites. . 342

Zoologie et Anatomie

ANTHONY (R.) et VALLOIS (H.). — Revue d'Anatomie. . . 141
CHAVIGNY (P.). — L'invasion des poux aux armées en campagne pendant la guerre de 1914-1918. . . 308, 342
DUERDEN (J. E.). — Les résultats des recherches récentes sur l'Autruche. 554, 592
DUFRÉNOY (J.). — Les réactifs biologiques de l'espèce et la spécificité parasitaire. 44
GLEY (E.). — La Physiologie et la Station zoologique de Naples. 368
GRAVIER (Ch.). — La Station zoologique de Naples. . . 366
LOIR (A.) et LEGANGNEUX (H.). — La Pisciculture d'eau douce en France. 350
PÉTRONIEVICS (B.). — La loi de l'évolution non corrélative. 240
WEBER (A.). — Revue d'Embryologie 680, 713

Revues générales

ANTHONY (R.) et VALLOIS (H.). — Revue d'Anatomie. . . 141
BEAUVERIE (J.). — Revue d'Agronomie. 370
BOSLER (Jean). — Revue d'Astronomie (années 1917 et 1918) 521
MAILHE (A.). — Revue de Chimie minérale 442
PÉCHOUTRE (F.). — Revue de Botanique. 242
RÉVIL (J.). — Revue de Géologie, 1re partie. 20
— 2e partie. 47
WEBER (A.). — Revue d'Embryologie. 689, 713

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques

Borel (Emile). — Leçons sur les fonctions monogènes uniformes d'une variable complexe 88
Bouligand (Georges). — Cours de Géométrie analytique. 563
Boutroux (Pierre). — Les principes de l'Analyse mathématique. Exposé historique et critique. 492
Castelnuovo (Guido). — Calcolo delle Probabilità. . . 752
Goursat (Edouard). — Cours d'Analyse mathématique. 385
Halphen (G. H.). — Œuvres. 251
Hancock (H.). — Elliptic integrals. 26
Knibbs (G. H.). — The mathematical theory of population. 690
Maccaferri (Eugenio). — Calcolo numerico approssimato. 353
Petrovitch (Michel). — Les spectres numériques. . . 630
Teixeira (F. Gomès). — Œuvres mathématiques. Traité des courbes spéciales planes et gauches. 218

Mécanique générale et appliquée

La surchauffe de la vapeur ; ses avantages. 563
Appell (P.) et Dautheville (S.). — Précis de Mécanique rationnelle. 88
Aubert (Jean). — La probabilité dans les tirs de guerre. 660
Blanchet (Capitaine). — Cours d'Automobilisme appliqué. 26
Bugat-Pujol (Capitaine). — Statique graphique. . . . 155
Camichel (Ch.), Eydoux (D.) et Gariel (Maur.). — Etude théorique et expérimentale des coups de bélier. . . 452
Chalkley (A.-P.). — Les moteurs Diesel : Type fixe et type marine 721
Dejust (J.). — Chaudières à vapeur. 492
Desgardes (E.). — Calcul des ressorts. Formules pratiques et barèmes. 286
Gilbert (J.). — Adductions et distributions d'eau . . . 721
Jacob (L.). — Résistance et construction des bouches à feu. Autofrettage. 692
Jaquin (F.). — L'organisation rationnelle des Ateliers de mécanique. 419
Lecornu (Léon). — La Mécanique. Les idées et les faits. 184
Masméjean (A.) et Bérehare (E.). — Les moteurs à explosion dans l'aviation. I. Etudes préliminaires. 532
Massot (L.). — La taille des metaux, d'apres les expériences de F. W. Taylor, et la forme rationnelle des outils. 353
Meyer (Adolph-F.). — The Elements of Hydrology . . . 218
Perrigo (Oscar E.). — Les Tours. 251
Petit (Henri). — Traité élémentaire d'Automobile, suivi de notes techniques. 532
Varinois (Maurice). — Le Fraisage. 251

Astronomie et Géodésie

Demozay (L.). — Relations remarquables entre les éléments du système solaire. 721
Duhem (P.). — Le Système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic. 318
Kaye (G. R.). — The Astronomical Observatories of Jai Singh. 419
Annuaire pour l'an 1919, publié par le Bureau des Longitudes. 120
Annales de l'Observatoire Royal de Belgique. Physique du Globe. 659

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique

Boutaric (A.). — Contribution à l'étude du pouvoir absorbant de l'atmosphère terrestre. 185
Clerc (L.-P.). — Les reproductions photomécaniques polychromes. 631
Dunwoody (Halsey). — Notes, Problems and Laboratory Exercises in Mechanics, Sound, Light, Thermomechanics and Hydraulics. 532
Gauthier (H.). — La température en Chine et à quelques stations voisines. 322
Hubert (Henry). — Sur l'emploi des avions en Afrique occidentale pour les recherches d'ordre scientifique. 598
Lecat (Maurice). — La tension de vapeur des mélanges de liquides : l'Azéotropisme. I. Données expérimentales. Bibliographie. 386
Macfarlane (Alex.). — Lectures on ten british physicists of the 19 th century. 721
Paraf (M.). — Installations à hautes tensions et usines centrales. 353
Righi (Aug.). — Fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del magnetismo. 252
Rodet (Julien). — Notions d'acoustique. Instruments de musique. Le Telharmonium. 26
Silberstein (Ludwik). — Simplified method of tracing rays through any optical system of lenses, prisms and mirrors. 219
— Elements of the electromagnetic theory of light. 286
Tillieux (J.). — Leçons élémentaires de Physique expérimentale, selon les théories modernes. 492
Turrière (Emile). — Sur le calcul des objectifs astronomiques de Fraunhofer. 120
Les progrès de la Physique moléculaire. 155

Chimie

Anschutz (R.) et Merwein (A.). — Traité de Chimie organique. Série cyclique. 563
Bayliss (W. M.). — The nature of enzyme action. . . 693
Bone (W. A.). — Coal and its scientific uses. 56
Carré (Pierre). — Précis de Chimie industrielle. . . . 322
Cherchefsky (N.). — Détermination de la provenance d'un naphte ou de ses dérivés. 533
Copaux (H.). — Introduction à la Chimie générale. . . 419
Eglène (Léon). — La Chimie du cuir 564
Escard (Jean). — L'Aluminium dans l'Industrie 219
Férasson (Louis). — L'industrie du fer. 322
Fryer (P. J.) et Weston (F. E.). — Technical handbook of oils, fats and waxes. II. Practical and analytical. 253
Gain (Ed.). — Précis de Chimie agricole. 56
Getman (F. H.). — Outlines of theoretical Chemistry. . 722
Giua (Michele). — Chimica delle Sostanze esplosive. . 494
Grandmougin (Eug. et Paul). — La réorganisation de l'Industrie chimique en France. 420
Guillet (Léon) et Portevin (Albert). — Précis de Métallographie microscopique et de Macrographie. . . . 88
Hall (Arthur). — The applications of Electrolysis in chemical industry. 286
Henderson (G. G.). — Catalysis in industrial Chemistry. 493
Jaubégny (Pierre), Froment (H. B.) et Stephen (R. E.). — L'industrie allemande et la guerre. 386
Martinet (J.). — Synthèses dans la série de l'indol. Homologues du dioxindol et de l'isatine. 253
Molinari (E.). — Trattato di Chimica generale ed applicata all'industria. I. Chimica inorganica 354
Montgolfier (Pierre de). — La tourbe et son utilisation. 89
Namias (Prof. R.). — Il chimico siderurgico. Analisi dell'acciaio e dei prodotti siderurgici. 598
Ostwald (Wolfgang). — An introduction to theoretical and applied Colloid Chemistry. 660
Perkin (A. G.) et Everest (A. E.). — The natural organic colouring Matters. 753
Robertson (T. Brailsford). — The Physical Chemistry of the Proteins 661
Tilden (Sir William A.). — Sir William Ramsay. . . . 26
Van Ecke (Ch.). — Exploitation industrielle de la tourbe. 598
Weyl (Th.). — Les méthodes de la Chimie organique. Traité concernant les méthodes de laboratoire. Monographies. 753
Zsigmondy (R.) et Spear (E.-B.). — The Chemistry of Colloids. 660

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie

Cvijic (Jovan). — La Péninsule balkanique. Géographie humaine 89
Dugard (Henry). — Le Maroc de 1918. 56
Finch (V. C.) et Baker (O. E.). — Geography of World's Agriculture. 221
Reclus (Onésime). — L'Atlantide. Pays de l'Atlas : Algérie, Maroc, Tunisie 599

Sarasin (Fritz). — La Nouvelle-Calédonie et les îles Loyalty 220
Stéphani (Philippe). — Les tunnels des Alpes : Mont-Cenis, Saint-Gothard, Simplon, Lœtschberg, Jura, Faucille, Mont-Blanc 599
Annuaire et Mémoires du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale française . 186
Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale française 186
Statistique générale de la Tunisie (année 1917). 287

Géologie, Minéralogie et Paléontologie

Castro Barea (P.). — Los Aragonitos de Espana . . . 599
Chamberlain (Ch. Joseph). — The living Cycads. . . . 565
Metzger (Hélène). — La genèse de la Science des Cristaux 537
Suess (Ed.). — La face de la Terre. 323
British Antarctic Expedition 1907-09 : Reports on the scientific investigations. Geology. Contributions to the Palaeontology and Petrology of South Victoria land. 564

Botanique et Agronomie

Bernard (Ch.). — La culture et la préparation du thé aux États-Unis. Le thé dans la Nouvelle-Guinée britannique 631
Chauveau (Dr C.). — La France agricole et la guerre . 155
Cohen Stuart (C. P.). — Le théier et la culture du thé dans l'Indochine française 631
Combes (Raoul). — Recherches biochimiques expérimentales sur le rôle physiologique des glucosides chez les végétaux. I. Étude préliminaire 386
Deuss (J. J. B.). — Le thé au Natal. 631
Fauchère (A.). — Guide pratique d'Agriculture tropicale. I. Principes généraux 27
Grattefossé (R. M.) et Lamothe (L.). — Culture et industrie des plantes aromatiques et des plantes médicinales de montagne 691
Henry (Yves). — Matières premières africaines. Caoutchouc, textiles, matières grasses 565
Moreau (F.). — Notions de Technique microscopique. Application à l'étude des Champignons 661
Rolet (A.). — Plantes à parfum et plantes aromatiques. 287
Rutgers (A. A. L.). — Le chancre de l'Hevea. 599
Van Tieghem (Ph.). — Eléments de Botanique. 420
Vincens (François). — Recherches organogéniques sur quelques Hypocréales. 56
Statistique agricole annuelle (1916) 323

Zoologie, Anatomie et Physiologie

Anthony (R.). — Catalogue raisonné et descriptif des Collections d'Ostéologie du Service d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle. Mammifères. Pangolins, Oryctéropes. 632
Binet (Léon). — Recherches sur le tremblement 121
Cabrera (Angel). — Genera Mammalium. Monotremata. Marsupialia 662
Downing (Elliot R.). — The third and the fourth generation. An Introduction to Heredity. 58
Dunn (Dr C.). — The natural history of the child. . . . 723
Harmer (S. F.). — Report on Cetacea stranded on the British Coasts during 1918 420
Henderson (Lawrence J.). — The order of nature. An essay 187
Pézard (A.). — Le conditionnement physiologique des caractères sexuels secondaires 253
Portier (Paul). — Les Symbiotes 535
Smallwood (W. M.). — A text book of Biology 642
Thayer (G. H.). — Concealing-coloration in the animal Kingdom 722
Ward (H. B.) et Whipple (G. C.). — Freshwater Biology. 750

4e SCIENCES MÉDICALES

Médecine et Chirurgie

Delbet (Pierre). — Biologie de la plaie de guerre. . . 354
Deschamps (Albert). — Les maladies de l'esprit et les asthénies 633
Dumas (Georges). — Troubles mentaux et troubles nerveux de guerre. 387
— et Aimé (Henri). — Névroses et psychoses de guerre chez les Austro-Allemands. 323
Fiessinger (Noël). — Biologie de la plaie de guerre. . 350
Fiolle (Jean). — Essais sur la Chirurgie moderne. . . 566
Le Fort (René). — Les projectiles inclus dans le médiastin 288
Moure (Prof. E.), Liébault (Dr G.) et Canuyt (Dr G.). — Pathologie de guerre du larynx et de la trachée. 156
Piouffle (H.). — Les psychoses cocaïniques 662
Porot (A.) et Hesnard (A.). — Psychiatrie de guerre. 536
Rogues de Fursac (J.). — Manuel de Psychiatrie. . . 287
Sollier (Paul), Chartier, Rose (Félix) et Villandre. — Traité clinique de Neurologie de guerre. 221

Hygiène publique et Thérapeutique

Apert (Dr). — L'hérédité morbide. 600
Frick (P.). — Considérations sur l'établissement des projets de distribution d'eau potable dans les communes. 387
Héricourt (Dr J.). — Les maladies des Sociétés . . . 421
Lalesque (Dr F.). — Arcachon, ville de santé. 723
Rageot (Gaston). — La Natalité. 421
Richet (Charles). — La sélection humaine 600
Tissié (Ph.). — L'éducation physique et la race. . . . 723

5e SCIENCES DIVERSES

Cambon (Victor). — Où allons-nous? 58
Caullery (Maurice). — Les Universités et la vie scientifique aux États-Unis 121
Chavigny (Dr R.). — Organisation du travail intellectuel 90
Clerget (Pierre). — Manuel d'Economie commerciale (La technique de l'Exportation). 254
Flagey (E.). — Comment devenir ingénieur ; par l'Ecole ou par l'Usine. 156
Gérin (O.-J.). — Précis intégral de publicité 494
Gravier (Gaston). — Les frontières historiques de la Serbie. 455
Lartigue (Alfred). — Lettres à l'Académie des Sciences sur l'unification des forces et phénomènes de la Nature 222
Launay (L. de). — Problèmes économiques d'après guerre 536
Leclerc (Max). — La formation des ingénieurs à l'Etranger et en France 288
Lysis. — L'erreur française 58
De Montessus de Ballore (R.). — Universitatum et eminentium Scholarum Index generalis (Annuaire général des Universités) 694
Sedgwick (W. T.) et Tyler (H. W.). — A short story of Science 28
Soulier (Edouard). — La Hollande amie 422
Vignon (Louis). — Un programme de politique coloniale. Les questions indigènes 566
Carnegie Institution of Washington. Year-book n° 17 (1918) 455

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris

Séances des 9 déc. 1918.. 29
— 23 et 30 — — 59
— 6 janv. 1919.. 91
— 13 — — 92
— 20 — — 123
— 27 — — 124
— 3 févr. — 125
— 10 et 17 — — 157
— 24 — — 188
— 3 mars — 188
— 10 et 17 — — 223
— 24 et 31 — — 255
— 7 et 14 avril — 289
— 22 et 28 — — 324
— 5 et 12 mai — 356
— 19 et 26 — — 388
— 2 juin — 423
— 10 — — 424
— 16 — — 456
— 23 — — 457
— 30 — — 495
— 7 et 15 juil. — 496
— 21 et 28 — — 537
— 4 et 11 août — 567
— 18 — — 568
— 25 — — 569
— 1er sept. — 569
— 8 — — 570
— 15 et 22 — — 602
— 29 — — 603
— 6 et 13 oct. — 634
— 20 — — 635
— 27 — — 663
— 3 nov. — 664
— 10 — — 665
— 17 — — 695
— 24 — — 696
— 1er déc. — 724
— 8 — — 725

Académie de Médecine

Séances des 3 et 10 déc. 1918.. 60
— 17 et 24 — — 93
— 31 — — 94
— 7 et 14 janv. 1919.. 94
— 21 — — 125
— 28 — — 158
— 4 fév. — 159
— 11, 18 et 25 — — 189
— 4 mars — 224
— 11 — — 225
— 18 et 25 — — 257
— 1 et 8 avril — 291
— 15 — — 324
— 22 — — 325
— 29 — — 357
— 6, 13 et 20 mai — 358
— 27 — — 389
— 3 juin — 424
— 10 — — 425
— 17 — — 457
— 24 — — 458
— 1er et 8 juil. — 498
— 22 et 29 — — 538
— 7 oct. — 635
— 14 — — 636
— 21 — — 666
— 28 — — 667
Séances des 4 nov. 1919 667
— 11 et 18 — — 697
— 25 — — 698
— 2 et 9 déc. — 726

Société de Biologie

Séances des 23 nov. 1918.. 30
— 7 déc. — 60
— 21 — — 94
— 11 janv. 1919.. 94
— 25 — — 125
— 8 et 22 févr. — 190
— 1er et 8 mars — 225
— 15 et 22 — — 258
— 29 — — 291
— 12 avril — 325
— 3 et 10 mai — 358
— 17 et 24 — — 389
— 31 — — 425
— 7 juin — 425
— 21 et 28 — — 458
— 5 et 12 juill. — 498
— 19 — — 538
— 26 — — 539
— 18 oct. — 636
— 25 — — 667
— 8 et 15 nov. — 698
— 22 — — 699
— 29 — — 726
— 6 déc. — 727

Société française de Physique

Séances des 15 nov. 1918.. 31
— 6 déc. — 31
— 20 — — 62
— 17 janv. 1919.. 126
— 7 févr. — 159
— 21 — — 225
— 7 mars — 225
— 21 — — 259
— 4 avril — 325
— 2 mai — 360
— 16 — — 426
— 6 juin — 459
— 20 — — 499
— 4 juil. — 667
— 21 nov. — 727

Société chimique de France

Séances des 13 déc. 1918.. 62
— 27 — — 95
— 10 janv. 1919.. 95
— 24 — — 160
— 14 févr. — 191
— 28 — — 226
— 14 mars — 259
— 28 — — 326
— 11 avril — 360
— 23 mai — 427
— 13 juin — 459
— 27 — — 499
— 11 juil. — 539
— 14 nov. — 699
— 28 — — 728

Académie d'Agriculture de France

Séances de nov. 1918.. 95
— déc. 1918 95
— janv. 1919 191
— févr. — 292
— mars — 292
— avril — 428
— mai — 428
— juin et juil. — 603, 636

Société Royale de Londres

Séances des 27 juin 1918 (*fin*). 31
— 7 nov. — 62
— 14 — — 63
— 21 — — 127
— 5 déc. — 127
— 12 — — 128
— 23 et 30 janv. 1919.. 226
— 6, 13, 20 et 27 févr. — 327
— 6 et 13 mars — 360
— 20 et 27 — — 390
— 3 avril — 390
— 15 mai — 460
— 5 et 19 juin — 500
— 26 — — 571

Société de Physique de Londres

Séances des 25 oct. 1918.. 64
— 8 nov. — 128
— 14 et 28 févr. 1919.. 328
— 9 mai — 540
— 13 juin — 540
— 24 oct. — 699

Société chimique de Londres

Séances des 7 nov. 1918.. 64
— 5 déc. — 192
— 6 févr. 1919.. 259
— 13 mai — 540
— 5 juin — 540
— 6 nov. — 728

Société anglaise de Chimie industrielle

Communications 128, 227, 260, 360, 391

Académie des Sciences de Belgique

Séances de janv. 1919.. 260
— du 8 févr. — 428
— 1er mars — 428
— 5 avril — 460
— 6 mai — 571
— 14 juin — 700
— 5 juil. — 728
— 2 août — 728

Académie des Sciences d'Amsterdam

Séances des 29 juin 1918.. 32
— 29 sept. — 228
— 26 oct. — 260
— 30 nov. — 391
— 28 déc. — 392
— 25 janv. 1919.. 572
— 22 févr. — 572
— 29 mars — 604
— 3 et 31 mai — 700

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

Abelous (J. E.), 423.
Abonnenc (L.), 224.
Abraham (H.), 423, 456, 495, 497, 537, 568, 667, 724.
Achard (Ch.), 93, 159, 189, 257, 458, 498, 727.
Adhémar (R. d'), 385, 492.
Adriani (Mlle H. G.), 392.
Agduhr (Erik), 572.
Aimé (Henri), 323.
Albert (F.), 61.
Albert (Prince de Monaco), 59, 603.
Alezuis, 30.
Alilaire (E.), 289.
Allemand-Martin (A.), 389.
Allen (H. S.), 64.
Aloy (J.), 423.
Amar (J.), 91, 324, 357, 457, 567, 635, 666.
Ameuille, 325.
Andel (J. A. van den), 604.
Andouard (P.), 95, 192, 428, 603.
Andoyer (H.), 495.
André (Emile), 221.
André (G.), 30, 295.
André-Thomas, 667.
Anschutz (R.), 563.
Anthony (R.), **141** à **151**, 187, 189, 232, 254, 421, 632, 637, 662, 722.
Apert (Dr), 600.
Appell (P.), 88, 563.
Archbutt (S. L.), 390.
Argaud (R.), 539.
Ariès (E.), 124, 189, 289, 357, 456, 634.
Arkel (A. E. van), 392.
Armaingaud, 159.
Armand-Delille (P. F.), 458.
Armstrong (E. F.), 500.
Arsonval (A. d'), 667.
Arthus (M.), 359, 699, 727.
Ash (H.), 128.
Aston (F. W.), 571.
Aubert (Jean), 660.
Auclair, 496.
Audebeau-Bey (Ch.), 456.
Audubert (R.), 224, 256, 289, 357.
Auger (V.), 459.
Auric, 724.

B

Bachelier, 192, 292.
Bachmann (A.), 636.
Bailhache (G.), 223.
Baillaud (B.), 423.
Baillaud (R.), 92, 568.
Bailloul (A.), 727.
Bailly (O.), 224, 259.
Baker (O. E.), 221.
Baldit (A.), 255, 456, 695.
Balls (W. L.), 360.
Balthazard (V.), 458, 459.
Balzer (F.), 458.
Banti, 667.
Banu (G.), 664.
Barbary (F.), 94.
Barbé (E.), 93.
Barbé (G.), 322.
Bardier (N. E.), 458.
Barendrecht (H. P.), 572, 604, 700.
Barriol (A.), 692.
Barrois (Ch.), 256.
Barthélémy, 291, 697.
Barthoux (J.), 635, 666.
Bastert (Mlle Ch.), 572.
Battestini (Félix), **656** à **658**.
Baudouin (M.), 457, 697, 725.
Bauer (Edm.), 225, 427.
Baume (G.), 696.
Baurier, 459.
Bayet (Ad.), 257.
Bayeux (R.), 696.
Bayliss (W. M.), 693.
Bazile (G.), 603.
Beauchamp (P. de), 455).
Beauverie (J.), 57, **79** à **87**, **108** à **111**, **370** à **381**, **411** à **418**, 662.
Béclère, 291.
Becquerel (Paul), **188** à **191**.
Begeer (N. G. W. H.), 228, 260, 392.
Béhal (A.), 357, 427, 499.
Belin, 257.
Belloc (G.), 131.
Belot (Em.), 188, 634, 725.
Bemmelen (J. F. van), 228, 260, 700.
Bemmelen (W. van), 260.
Bénard (H.), 126.
Benedicks (C.), 603.
Benjamin (H.), 358.
Benoist (L.), 255, 495.
Benoit (A.), 191.
Bérard, 389.
Berckmans (V. S. F.), 32.
Béréhare (E.), 532.
Berger (René), 428.
Berget (Adrien), 604.
Bergonié (J.), 157.
Bernard (Dr Ch.), **516** à **521**, 631.
Berthelot (Alb.), 125.
Berthelot (D.), 93, 188, 357.
Berthier, 498.
Berthoud (A.), **578** à **588**.
Bertrand (Ed.), 224.
Bertrand (G.), 289, 356, 424, 457, 570, 571, 666, 725.
Bertrand (P.), 123, 290, 357, 565.
Besredka (A.), 496.
Besson (A.), 126, 191.
Bettencourt (N. de), 499.
Beyerinck (W.), 572.
Bézagu (M.), 635.
Bezançon (F.), 94, 225, 358.
Bidou (G.), 726.
Bierry (H.), 390, 456, 538, 539, 695, 726.
Bigot (A.), 223, 289.
Bigourdan (G.), 91, 423, 635.
Bijl (A. J.), 32, 228.
Bijvoet (J. M.), 32, 228.
Binet (L.), 93, 121, 458, 498, 727.
Binnendijk (A. C.), 392.
Biquart (R.), 324.
Birckenstock, 539.
Blackman (P.), 540.
Blanc (G.), 94, 726.
Blanchard (R.), 93, 189.
Blanchet (Capitaine), 26.
Blaringhem (L.), 458, 538, 568, 570, 726.
Bloch (Eug.), 259, 286, 423, 456, 495, 497, 533, 537, 568, 667, 724.
Bloch (Mme E.), 538.
Bloch (L.), 457, 497, 724.
Blondel (A.), 603, 635, 665.
Blount (B.), 540.
Bochet (A.), 635.
Bockwinckel (H. B. A.), 32, 228, 604, 700.
Boeke (J.), 572.
Boeseken (J.), 392.
Boez (L.), 359.
Bogitch (B), 602.
Boguet, 188.
Bohn (G.), 459, 539.
Bois (D.), 28.
Bolk (L.), 572.
Boll (M.), 423.
Bolland (A.), 634.
Bone (William A.), 55, 460.
Bonnefon, 126.
Bonnet (P.), 568.
Boquet (A.), 698.
Bordas (F.), 635, 667.
Borel (Emile), 88.
Bosc (G.), 667.
Bosler (Jean), **133** à **135**, 261, 419, **521** à **531**, 671.
Bossan, 190.
Botelho (C.), 30.
Bottazzi (Fil.), **465** à **477**.
Bouasse (H.), 385.
Bouché, 292.
Bouchet (Paul), 538.
Boudet, 95, 191.
Bougault (J.), 360, 569, 696.
Boulanger (A.), 721.
Boulenger (G. A.), 91, 93, 257, 634, 724.
Bouligand (Georges), 563.
Boulin (Ch.), 569, 634.
Bourcart (J.), 324, 698.
Bourgeat, 602.
Bourgoin (P.), 660, 693.
Bourion (F.), 91, 92, 124.
Bourquelot (Em.), 124, 157, 188, 256, 388, 423.
Boussinesq (J.), 537.
Boutan (B.), 697.
Boutaric (A.), **171** à **183**, 185, **198** à **211**, 354, 357, 569.
Boutroux (Léon), **265** à **274**.
Boutroux (Pierre), 492.
Bouvier (E.), 428, 569.
Boyé (G.), 125.
Boyer (Jacques), 28.
Boyer-Guillon, 496.
Braesco (P.), 158.
Braun-Blanquet (J.), 357.
Brazier (E.), 123, 424, 663, 665.
Bréchot (A.), 259.
Bridel (M.), 124, 157, 256, 388.
Brillouin (M.), 495.
Brinkman (R.), 228.
Briquet (A.), 666.
Brives (A.), 290.
Broca (A.), 538.
Brocq (P.), 292.
Brocq-Rousseu, 570, 666, 725.
Brodin (P.), 61, 188, 190, 258, 496.
Brodsky (G.), 328.
Broglie (A. de), 427.
Broglie (M. de), 324, 325, 326, 459, 537, 696.
Brouwer (H. A.), 392.
Brouwer (L. E. J.), 391, 392, 604, 700.
Bruce (Sir David), 29.
Bruhat (G.), 664.
Brumpt (E.), 224.
Brunet (Louis), 27, 453, 599, **618** à **656**, 661, 694.
Bruninghaus (L.), 602.
Bruntz (L.), 94.
Brush (Ch.), 32.
Bruylants (P.), 428, 636.
Bryan (G. B.), 226.
Brylinski (E.), 537.
Bugat-Pujol (Capitaine), 155.

1. Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux. Les chiffres gras reportent à ces articles

Bugnion (E.), 498.
Bugnon (P.), 91, 724.
Buisson (H.), 326.
Bullock (W. E.), 327
Bureau (E.), 93.
Burfitt (R. W.), 328.
Burger (H. C.), 228, 572.
Burnham (T. H.), 327.
Burton (E. F.), 460.

C

Cabannes (J.), 158.
Cabouat (P.), 498.
Cabrera (Angel), 662.
Cadiot, 189, 324.
Calmette (A.), 158, 227, 666, 697.
Cambon (Victor), 58.
Camichel (C.), **39** à **41**, 452.
Camus (L.), 498, 726, 727.
Cannon (Major W. B.), **69** à **79**.
Cantacuzène (J.), 539, 636, 667.
Cannyt (Dr G.), 156.
Capitan, 324, 726.
Cappe de Baillon (P.), 457.
Cardot (H.), 257.
Carles (P.), 358.
Carnot (P.), 325, 497, 698.
Carpenter (C. W.), 64.
Carpentier (A.), 602.
Carpentier (J.), 695.
Carré (Pierre), 322.
Castel, 389.
Castelnuovo (Guido), 452.
Castex (A.), 425.
Castro Barea (P.), 599.
Cath (P. G.), 260.
Caullery (Maurice), 121, 425, 695.
Cayeux (L.), 428.
Cebrian de Besteiro (Mme D.), 189.
Cesari (E. P.), 290.
Chabanier (H.), 667.
Chabrié (C.), 420.
Chaine (J.), 30, **211** à **217**.
Chalkley (A. P.), 721.
Challenger (F.), 259.
Chamberlain (Ch. Joseph), 565.
Champy (Chr.), 499.
Chantemesse (A.), 189.
Chaput (E.), 602.
Chardonnet (H. de), 61, 356.
Charlier (C. L.), 569.
Charpy (G.), 59, 495, 634.
Chartier, 221.
Chatelin (Ch.), 291.
Chaudun (Mlle A.), 457, 665.
Chauffard (A.), 189.
Chaussin (J.), 258, 291, 359.
Chautard (Jean), **278** à **285**.
Chauveau (Dr C.), 155.
Chauvierre (Marc), 95, 360.
Chauvigné, 428.
Chavanne (G.), 423, 495, 497, 568, 635.
Chavastelon (R.), 56, 292.
Chavigny (P.), **308** à **317**, **312** à **319**.
Chavigny (Dr R.), 90.
Chazy (J.), 92.
Chelle (L.), 663, 665.
Chéneveau (Ch.), 224, 256, 289, 357.
Chercheffsky (N.), 533.
Chéron (A.), 695.
Chevenard (P.), 663.
Chevrel (F.), 126.
Chiflot (J.), 223.
Chinmayanandam (T. K.), 63.
Chree (C.), 127, 390.
Cittert (P. H. van), 700.
Civatte (A.), 358.
Claude (G.), 125, 388, 634, 724.
Clausmann (P.), 388, 537.
Clémenceau (G.), 60
Clerc (A.), 698, 726.
Clerc (L. P.), 631, 635.
Clergot (Pierre), 36, 56, 67, 90, 101, 197, 230, 231, 254, 264, 502, 599, 609, 638, 641, 672, 674, 703.
Clogne, 698.
Cluzet (J.), 498, 698.
Coffignier (Ch.), 160, 699.
Cohen Stuart (C. P.), 631.
Colin (H.), 256, 457, 538, 665.
Colle (P.), 499.
Collie (J. N.), 32.
Colman (H. G.), 227.
Colson (Alb.), 256, 357, 388.
Comarden (J.), 699.
Combes (Raoul), 386.
Copaux (H.), 255, 419.
Cordier, 291.
Cornec (Eug.), 223.
Cornil (L.), 191, 292, 539.
Cornu Thénard (A.), 495, 568.
Corrales (M.), 30.
Cosserat (Eug.), 255, 569.
Costa (A. C. da), 425.
Costa (S.), 94.
Coster (D.), 604.
Couespel (R.), 569.
Coupin (H.), 223, 225, 388, 567.
Courmont (P.), 358.
Courtois (Ch.), 124.
Coustet (Ernest), 631.
Coutière (H.), 389, 456.
Couvreur (E.), 292.
Coward (H. F.), 64.
Craig (J. T.), 391.
Cramer (W.), 327.
Crémieu (V.), 124, 634.
Crespo (M.), 427.
Crivelli, 389.
Crockett (J. A.), 391.
Crommelin (C. A.), 604.
Crookes (Sir William), 289.
Croze (F.), 120.
Cuénod (A.), 726.
Cuénot (L.), 666.
Cvijic (Jovan), 89.

D

Dalloni, 388.
Dangeard (P. A.), 724.
Daniel (F.), 635.
Daniel (L.), 93, 256, 567, 602, 696.
Dantan (J. L.), 255.
Dantony, 292, 570.
Darier, 189.
Dassonville, 570, 571, 666, 725.
Dautzenberg (Ph.), 123.
Dauvillier (A.), 255, 664, 696, 728.
Dauzère (C.), 497.
David (M.), 94.
Davies (A. C.), 64, 226.
Davies (A. H.), 327.
Dawson (H. M.), 260.
Dearle (C.), 227.
Debains (E.), 157.
Debat-Ponsan (Mme S.), 425.
Debré (Robert), 225, 425, 459.
Dechambre, 292, 428.
Dechevrens (M.), 224.
Déchosal (M.), 94.
Décombe (L.), 62, 159.
Decorps (G.), 495.
Deerns (Mlle W. M.), 392.
Dehaut (E. G.), 389.
Dehorne (Mlle L.), 60, 726.
Déjardin (G.), 123, 225.
Dejean (P.), 724.
Dejust (J.), 492.
Delage (Y.), 91.
Delagenière, 291.
Delbet (P.), 351, 497.
Delépine (G.), 158.
Delesne (A.), **17** à **19**, 56, 89, 693.
Delezenne (C.), 124.
Delpech (J.), 570, 602, 603.
Delphin (L.), 58, 221.
Delsman (H. C.), 32.
Deltheil (R.), 452.
Demenge (Emile), 220, 288, **506** à **516**.
Demenge (Robert), 455.
Demonchy, 190.
Demoulin (A.), 428, 460, 571, 700, 728.
Demoussy (E.), 223, 259, 696.
Demozay (L.), 721.
Denès, 93.
Denis (Marcel), 91.
Denjoy (Arnaud), 32.
Depéret (Ch.), 29, 356.
Deschamps (Dr Albert), 633.
Descombes (P.), 726.
Desgardes (E.), 286.
Desgrez, 538.
Deslandres (H.), 29, 123, 356, 456, 634, 664.
Desmarets (M.), **271** à **278**, 286, 323, 363, 386, **588** à **591**.
Deuss (J. J. B.), 631.
Dévé (F.), 258, 358.
Dhar (N. R.), 572.
Dhéré (Ch.), 636.
Diamond (W.), 227.
Dienert (F.), 387, 496, 721.
Dijonneau, 636.
Distaso (A.), 359.
Dobbie (Sir J.), 328.
Dollfus (G.), 123.
Dollfus (R.), 93.
Donder (Th. de), 228, 428, 460, 700.
Dopter (Ch.), 425.
Doumer (E.), 359, 666.
Douris (R.), 125.
Douvillé (H.), 256, 388, 666.
Downing (Elliot R.), 58.
Doyon (M.), 389.
Droogleever Fortuyn (A. B), 32, 392.
Droste (J.), 604.
Drzewina (Mme A.), 459, 539.
Dubois (Eugène), 260, 392.
Dubois (R.), 95.
Dubrisay (R.) 59, 91.
Dubuisson (R.), 224.
Duclaux (J.), 426.
Duerden (J. E.), **551** à **562**, **592** à **597**.
Duffield (W. G.), 327.
Duffour (A.), 497.
Dufour (Ch.), 92.
Dufraisse (Ch.), 635, 725.
Dufrénoy (J.), **11** à **16**, 95, 495, 539, 602.
Dufton (S. F.), 260.
Dugard (Henry), 56.
Duhamel (B. G.), 389, 458, 667, 698, 699.
Duhem (P.), 318.
Duhot (E.), 359.
Dumas (Georges), 323.
Dumas (J.), 390.
Dunn (Dr C.), 723.
Dunoyer (L.), 157, 189, 255, 289, 356, 423, 537.
Dunstan (R.), 328.
Dunwoody (Halsey), 532.
Durand (J.), 602, 634.
Dusser de Barenne (J. G.), 572.
Dustin (A. P.), 426.
Duvergey (J.), 156.
Dybowski (J.), 96, 192, 604.

E

Eblé (L.), 92.
Eccles (W. H.), 328.
Eecke (Ch. van), 588.
Effront (Jean), 157.
Eglène (Léon), 564.
Emmerez de Charmoy (d'), 569.
Ennos (F. R.), 227.
Eriksson (J.), 189.
Ermengem (van), 667.
Escard (Jean), 219, 286.
Esclangon (E.), 123, 257, 567.
Euzière, 727.
Eydoux (D.), 452.

F

Fabre, 389.
Fabry (Ch.), 499.
Fabry (L.), 188.
Faillebin, 497.

Faivre, 359.
Faucher (D.), 189, 568.
Fauchère (A.), 27.
Faure (E.), 188.
Fauré-Frémiet (E.), 158.
Favre (M.), 358.
Fayet (G.), 568, 664, 695.
Férasson (Louis), 322.
Fernandez-Navarro (L.), 59.
Fernet, 325.
Ferrand (L.), 540.
Ferrié, 423.
Ferrier (Dr), 389.
Féry (Ch.), 259, 427.
Feuillié (E.), 291.
Feytaud (Dr), 604.
Fiessinger (N.), 390.
Finch (V. C.) 221.
Fiolle (Jean), 566.
Flagey (E.), 156.
Flamand (G. B. M.), 635.
Fleury (Ernest), 356.
Florentin (D.), 724.
Foex, 428.
Fokker (A. D.), 228.
Forcrand (R. de), 457, 538.
Fortrat (R.), **135** à **140**.
Fosse (R.), 157, 356, 424, 497.
Foster (R. B.), 391.
Fouassier (M.), 224.
Fouché (Ed.), 725.
Fourneau (E.), 291, 427.
Fourniols (M.), **617** à **621**.
Fox (J. J.), 227.
Franchini (G.), 538.
Frankland (P. F.), 259.
Frasey (V.), 425.
Frémont (Ch.), 29, 91, 664.
Frick (P.), 387.
Friedel (G.), 389, 664.
Froment (H. B.), 386.
Fron (G.), 603, 604.
Frouin (A.), 539.
Fryer (P. J.), 253.
Fujimori (Y.), 458.

G

Gain (Edmond), 56, 96, 156, 287, 292, 428, 604, 693.
Gain (L.), **168** à **171**, **408** à **411**.
Galibourg (J.), 602.
Galippe (V.), 567, 602, 665.
Gariel (Maur.), 452.
Garrigou-Lagrange (P.), 665.
Garsaux, 538.
Garvin, 289.
Gaté (J.), 94.
Gatin (Mme V. Ch.), 30.
Gaubert (P.), 59, 125.
Gaudion (G.), 256, 357.
Gauthier (H.), 322.
Gautier (Dr), 428.
Gautier (A.), 388, 537.
Gautier (Cl.), 61, 539.
Gautrelet (J.), 121.
Gauwain, 292.
Genevrier (J.), 358.
Gentil (L.) 537, 568.
Gérard (de Lille), 698.
Gérard (L.), 325.
Gérard (P.), 497, 698.
Gérin (O. J.), 494.
Gessard (C.), 389, 498.
Getman (F. H.), 722.
Ghosh (P. N.), 500.
Giaja (J.), 458, 498, 699.
Gibson (C. R.), 128.
Gigon (A.), 291.
Gilbert (J.), 721.
Girard (L.), 94.
Girard (P.), 455, 497.
Girousse, 665.
Gina (Michele), 494.
Glangeaud (Ph.), 60, 424, 666.
Gley (E.), 122, **368** à **369**, 460, 699, 727.
Godchot (M.), 497.
Godin (P.), 603.
Goldsmith (Mlle M.), 603.
Gorceix (Ch.), 29, 457.
Goris (A.), 665, 696.
Gouin (A.), 95, 192, 428, 603.
Gourdon (Dr), 93, 636.
Gourmain, 326
Goursat (Édouard), 385, 388.
Gramont (A. de), 356.
Grandidier (G.), **624** à **629**.
Grandjean (H.), 92.
Grandmougin (Eug. et Paul), 420.
Grard, 603.
Grattefossé (R. M.), 693.
Gravier (Ch. J.), 30, 289, **366** à **367**.
Gravier (Gaston), 455.
Gravis (A.), 460.
Grigault (A.), 60.
Grigaut (A.), 94, 126.
Grignard (V.), 496, 537, 725.
Grijns (G.), 228.
Grimbert (L.), 291, 357.
Groot (H.), 604.
Gross (G.), 291.
Gruat (E.), 126.
Gruzewska (Mme Z.), 539.
Grynfeltt, 727.
Guchtenaere (H. de), 260.
Guébhard (A.), 569.
Guérin (F.), 60, 95, 126.
Guérin (P.), 223.
Guiart (P.), 666.
Guieysse-Pellissier (A.), 190, 726.
Guignard (L.), 292.
Guilbert (G.), 189, 255, 495.
Guillaume (J.), 725.
Guillaumin (G.), 569, 570.
Guilleminot (H.), 699.
Guillet (A.), 31, 427.
Guillet (Léon), 88, 602, 724.
Guilliermond (A.), 359.
Guinet (L.), 493.
Guldberg (A.), 324.
Gutton, 125.
Guyon (L.), 459.
Guyot (J.), 388, 456, 570, 602, 634, 664.
Guyot (R.), 125.

H

Haak (J. J.), 228.
Hadfield (Sir R. A.), 32.
Haga (H.), 604.
Hale (Arthur), 286.
Hale (G. E.), 62, 223.
Haller (P.), 391.
Hallopeau (L.), 257.
Halphen (G. H.), 251.
Hamaide (E.), 94.
Hamburger (H. J.), 228.
Hamburger (L.), 392.
Hamy (M.), 29.
Hancock (H.), 26.
Harmer (S. F.), 420.
Hartmann (H.), 257, 424.
Hassan el Diwany, 727.
Hatschek (E.), 127.
Hayem (G.), 324.
Hebert-Stevens (J.), 537.
Hemptinne (A. de), 428, 460.
Hemsalech (G. A.), 695, 724, 725.
Henderson (G. G.), 493.
Henderson (Lawrence J.), 187.
Henriot (E.), 571, 696.
Henrot (Dr), 189.
Hensard (A.), 536.
Hercus (E. O.), 63.
Hérelle (F. d'), 29, 255, 665, 695.
Héricourt (J.), 421.
Hérissey (H.), 188, 498.
Herlant (M.), 602.
Herrera (A. L.), 388.
Herroun (E. F.), 540.
Herwerden (Mlle M. A. van), 228.
Hesse (E.), 356.
Heuyer (G.), 358.
Heyst (F. A. van), 32.
Hickel, 604.
Hicks (W. M.), 226.
Hildebrandsson (H. H.), 255.
Hilditch (T. P.), 500.
Hill (G. A.), 227.
Hill (L.), 128.
Hitier (H.), 192.
Hogewind (F.), 572.
Hollande (A. Ch.), 225, 390, 495.
Hollard (Auguste), 420, 722.
Holleman (A. F.), 572.
Holst (G.), 260, 392.
Horsch, 123.
Horton (F.) 64, 226.
Houssay (B. A.), 636.
Hovasse (R.), 538.
Howkins (H. L.), 390.
Hubert (H.), 92, 223, 598.
Hueber (A. A.), 392.
Hugounenq (L.), 661.
Huizinga (J.), 392.
Hundeshagen, 225.
Hurmuzescu (D.), 459.

I

Ingle (H.), 391.
Iwashima, 496.

J

Jackson (Sir H.), 226.
Jacob (L.), 692.
Jacobson (J.), 727.
Jacquet (P.), 258.
Jaeger (F. M.), **5** à **17**, 32, **298** à **308**, 392, 604.
Janet (Paul), 289, 725.
Jaquin (F.), 419.
Jauffret (A.), 256.
Jauréguy (Pierre), 386.
Jeanselme (E.), 457.
Jeffcott (H. H.), 31.
Jeffreys (H.), 571.
Jekhowsky (B.), 569.
Joannis (A.), 456.
Joleaud (L.), 123, 157, 188, 357, 663, **701** à **713**.
Jolibois (P.), 124, 725.
Jolly (J.), 30, 225, 498.
Jones (F. B.), 227.
Jong (A. W. K. de), 228, 392, 604, 700.
Jordan (F. W.), 328.
Jovinet (P.), 494.
Julien, 428.
Julius (W. H.), 32.
Jumelle (H.), 192.

K

Kabeshima (T.), 725.
Kampen (P. N. van), 700.
Karpen (V.), 496.
Kaye (G. R.), 419.
Keesom (W. H.), 228.
Keith (Prof. Arthur), **610** à **616**.
Kidd (F.), 127.
Kilian (W.), 124.
Klein (Félix), 260.
Kling (A.), 290, 724.
Klotz, 325.
Kluyver (J. C.), 228.
Knibbs (G. H.), 699.
Kolkmeyer (N. H.), 32, 228.
Kollmann (M.), 191, 498, 539.
Koopmans (A. N.), 392.
Kopaczewski (W.), 567, 727.
Koppen (W.), **550** à **554**.
Krempf (A.), 496.
Kruizinga (P.), 700.
Krutkow (G.), 392.
Kruyt (H. R.), 32, 392.
Kumagai (T.), 359.

L

Laar (J. J. van), 260, 572.
La Bastide (G. L. C.), 604.
Labbé (G.), 325.

Laby (T. H.), 63.
Lacroix (A.), 157, 256, 356, 456, 457, 568, 570.
Ladame (P. L.) 698.
Ladreyt (F.), 325, 603, 635.
Lafosse, 428.
Laguesse (E.), 61, 190, 225, 359.
Laignel-Lavastine (M.), 30.
Lalesque (Dr F.), 723.
Lambert, 290.
Lameere (Aug.), 60.
Langlois (G.), 388.
Langlois (J.-P.), 58, 675, 723.
Lannois, 358.
Lapicque (L.), 60, 93, 458, 698.
Lapicque (Mme L.), 458.
Lapparent (J. de), 30, 96, 664, 666.
Larigaldie (A.), 537.
Lartigue (Alfred), 222, 695.
Lasnier, 603.
Lassieur (A.), 724.
Laugier (Henri), 536, 633, 662, 698.
Launay (L. de), 536.
Launoy (L.), 30, 126, 425, 458, 727.
Laurent (O.), 458.
Lavaux (J.), 538.
Laveran (A.), 93, 290, 538.
Lebailly (Ch.), 60, 290, 498, 695, 725.
Lebeuf (A.), 322.
Leblanc (Maur.), 634.
Leblond (Et.), 699.
Lécaillon (A.), 158, 191, 223.
Lecat (Maurice), 386.
Lecène, 30.
Le Chatelier (H.), 602.
Leclerc (Max), 288.
Le Clerc (R.), 257.
Lecointe (Georges), 260.
Lecomte (Henri), 98.
Lecornu (Léon), 184, 223, 356.
Ledoux-Lebard (R.), 255, 664, 696.
Le Fort (René), 288.
Legangneux (H.), 258, **350** à **352**.
Legendre (J.), 665.
Léger (E.), 226, 324, 497, 540, 664.
Léger (L.), 356.
Léger (M.), 458.
Legrand (Louis), **397** à **408**.
Legroux (R.), 94.
Lelieuvre (M.), 88, 218.
Lely (D.), 392.
Lemoigne, 665, 695.
Le Moignic (E.), 190, 539.
Lemoine (Dr), 358.
Lemoine (Georges), 500.
Le Nain (Louis), 260.
Lenoble (E.), 635.
Léopold-Lévi, 292, 358, 425.
Lepape (A.), 634, 663, 695.
Lépine (R.), 695, 698.
Leriche (M.), 570.
Leroy (André), 95.
Le Roy (G. A.), 29, 124.
Lesage (P.), 60.
Lesieur (Ch.), 258.
Lesne (Ed.), 258.
Lespieau (R.), 496.
Létang, 495.
Letulle (M.), 291, 538.
Letulle (R.), 425.
Levaditi (C.), 664.
Levaillant (R.), 537, 567.
Lévi, 259.
Lévine (J.), 223.
Lévy (Pierre-Paul), 359.
Lévy-Bruhl (M.), 727.
Lévy-Valensi, 698.
Lhéritier (A.), 225.
Liapounoff, 496.
Liébault (Dr G.), 156.
Lienhart, 497.
Liévin (O.), 538.
Lignières (J.), 636, 667, 697.
Lindet (L.), 292, 604.
Linossier (G.), 258, 325.
Lippmann (G.), 92.
Lobry de Bruin (C. A.), 32.
Lohuyzen (T. van), 700.
Loir (A.), 258, **350** à **352**.
Loiseau (G.), 190.
Loisel (P.), 664.
Loth (Edouard), 633.
Luce (E.), 457, 500.
Lumière (Aug.), 257, 698.
Lumière (L.), 59.
Lusk (G.), 388.
Lysis, 58.

M

Maccaferri (Eugenio), 353.
Macfarlane (Alex.), 721.
Machado, 636.
Mac Lennan (J. C.), 128, 227.
Madinaveitia (A.), 499.
Madsen (Th.), 225.
Maignon (F.), 189, 325.
Maigre (Et.), 538.
Mailhe (A.), 357, **442** à **451**, 534, 537, 664.
Maillard (C.), 219, 252, 492, 532.
Maillard (L.), 160, 425, 728.
Maillet (Edm.), 125.
Main (S. A.), 32.
Majorana (L.), 634, 663.
Mallmann (de), 423.
Mallock (A.), 63, 327, 571.
Mangenot (G.), 225, 360.
Mangin (L.), 124, 192, 543.
Maquenne (L.), 163, 223, 259, 696.
Marage, 125, 425.
Marbais (S.), 95, 225.
Marchadier (A. L.), 191.
Marchal (P.), 567.
Marchand (Henri), **433** à **442**.
Marchoux (E.), 325.
Margerie (Emm. de), 564.
Marie (A.), 425, 539, 664.
Marie (C.), 386, 539.
Marie (P.), 291.
Marinesco (G.), 190, 258, 390.
Marquis (R.), 539.
Martel (H.), 158, 291, 357, 358, 697, 698.
Martel (L.), 453.
Marti, 423, 568.
Martin (Louis), 189, 390, 636.
Martinet (J.), 253, 256, 287, **334** à **342**, 454, 494, 538.
Mascré (M.), 423.
Masméjean (A.), 532.
Masmonteil (F.), 258.
Massé, 95, 96, 292, 428.
Masson (P.), 94, 95, 191.
Massot (L.), 353.
Mathias (E.), 92, 124, 158, 456.
Mathieu (Dr Paul), 288, 355, 566.
Mathieu (Paul), 503.
Matruchot (L.), 536.
Mauguin (Ch.), 496, 569, 570.
Maunoury, 357.
Maurain (Ch.), 496.
Mauriac (P.), 498.
Mawas (A.), 699.
Mawas (J.), 126, 191.
May (E.), 291.
Mayer (A.), 59, 190.
Mazé (P.), 60, 191, 665, 695.
Meerwein (A.), 563.
Mennesson, 192.
Mer (Emile), 96, 636.
Mercier (L.), 498, 725, 727.
Mercier (R.), 666.
Merton (T. R.), 390.
Méry (H.), 94.
Mesnard (Eug.), 92, 725.
Mesnil (F.), 425, 695.
Mestrezat (W.), 60.
Métivet (G.), 225, 259.
Metzger (Hélène), 534.
Meunier (J.), 62.
Meyer (Adolph.-F.), 218.
Meyer (André), 160, 191.
Meyer (G.), 572, 604.
Meyer (N. E. Groeneveld), 32.
Meyer (J. de), 428.
Michaud (F.), 290, 434.
Michaux (F.), 223.
Michaux (J.), 94.
Michel-Durand, 189.
Michielsen (J.), 428.
Michotte, 96, 428.
Mignard (M.), 324.
Mignonac (G.), 567.
Mirallié, 93, 291.
Mirande (M.), 125, 157.
Moissonnier (Mlle S.), 698.
Molinari (E.), 354.
Moll (L.), 392.
Molliard (M.), 29, 59, 158, 223, 292, 359, 697.
Mongenot, 428.
Montessus de Ballore (R. de), 673.
Montgolfier (Pierre de), 89.
Monziols, 389.
Moreau (F.), 661.
Moreau (L.), 190, 457.
Morel (H.), 124.
Morel (L.), 292.
Morin (P.), 696.
Morvillez (F.), 602.
Mougeot (A.), 191.
Moure (Prof. E.), 156.
Moureau (M.), 498.
Mouret (G.), 185, 696.
Moureu (Ch.), 635, 663, 695, 725.
Mouriquand (G.), 30, 94.
Moussali (A.), 539.
Moussu, 292, 603.
Moutet (Mme), 358.
Moutier (F.), 94.
Moye (M.), 544.
Muguet (A.), 497.
Mund (W.), 428.
Muraour (H.), 388, 663.
Murlay (E.), 728.
Musso (L.), 727.

N

Nageotte (J.), 95, 426, 459, 663.
Namias (Prof. R.), 598.
Nègre (L.), 188.
Nemirowski (A.), 62, 567.
Neuberg (J.), 571.
Neuville (H.), 30.
Nevill (E.), 127.
Nevin (Mlle M.), 191.
Nicaise (Ch.), 572.
Nicholls (N. A.), 259.
Nicholson (J. W.), 390.
Nicolardot (P.), 95, 158, 160, 191, 224, 259, 326, 360, 459, 564, 569, 598, 699.
Nicolas (E.), 157, 359.
Nicolle (Ch.), 60, 290, 459, 696, 726.
Niessen (K. F.), 700.
Nodon (A.), 125.
Noizet (G.), 224.
Nordstrom (G.), 700.
Nordstrom van Leeuwen (Mme C.), 228.
Norero, 539.
Nort (H.), 572.
Noyes (Alb.), 388.
Noyes jr (W. A.), 606.

O

Oberthur (Ch.), 726.
Ocagne (Maurice d'), 251, 631.
Oelsnitz (M. d'), 191, 539.
Offner (J.), 724.
Onnes (H. Kamerlingh), 604.
Oosterhuis (E.), 260, 392.
Ornstein (L. S.), 228, 570, 700.
Os (C. H. van), 228.
Osato (S.), 359.
Ostwald (Wolfgang), 660.
Ouiet (Paul), **114** à **119**.
Owen (D.), 64.
Oxley (A.-E.), 571.

P

Pachon, 358.
Paillot (A.), 59, 125, 538, 569, 663, 726.
Palacios Martinez (J.), 604.

Panchaud (L.), 660.
Pannekoek (A.), 260, 604.
Pantel (J.), 124.
Parat (M.), 353.
Parenty (H.), 324.
Parhon (Mlle M.), 699.
Parmentier (P.), 569.
Pasteur Vallery-Radot, 225.
Paterno (E.), 496, 636.
Pawinski, 667.
Payman (W.), 64.
Pechoutre (F.), **242** à **250**.
Pellegrin (J.), 357, 497, 635, 665.
Pelseneer (P.), 389.
Perkin (A. G.), 453.
Perrigo (Oscar E.), 251.
Petit, 428.
Petit (G.), 188.
Petit (Henri), 532.
Petrie (G. C.), 391.
Petronievics (B.), **240** à **242**.
Petrovitch (Michel), 630.
Pettit (A.), 30.
Peyret (Dr O.), 538.
Peyron, 30.
Peyron (A.), 424.
Pézard (A.), 253, 697.
Pezzi (C.), 698, 726.
Phocas (J.), 359.
Picard (Em.), 423.
Piccard (Aug.), 225.
Picon, 324, 356, 496.
Piédallu (A.), 725.
Pienkowski (S.), 572.
Piéron (H.), 30, 126, 424, 698, 699, 726.
Pignot (J.), 94.
Pinard (A.), 93, 324.
Pintenet, 258.
Piouffle (H.), 662.
Pluchet, 95, 428.
Poirson (E.), 537.
Pomaret (M.), 94.
Pomey, 727.
Pommay-Michaux (Mme), 94, 126.
Porak (R.), 190.
Porot (A.), 536.
Portevin (A.), 59, 88, 97, 158, 289, 567, 696.
Portier (P.), 95, 125, 535.
Posternak (S.), 456, 496, 537.
Postma (O.), 228.
Potin (L.), 286, 353, 386, 419.
Poucholle, 360.
Prins (H. J.), 700.
Procopiu (St.), 724.
Pron (L.), 60, 699.
Pruvost (P.), 59, 92, 256, 290.
Pussenot (Ch.), 569, 570.

Q

Quarelli (G.), 225.
Quinquaud (A.), 460, 699.

R

Rabut (Ch.), 91, 124, 255.
Radossavlievitch (A.), 60, 292.
Rageot (Gaston), 421.
Ramart-Lucas (Mme), 427.
Rankine (A. O.), 540.
Ranque (A.), 126, 191.
Rateau (A.), 29, 255, 424, 457, 495.
Rathery (F.), 94.
Ratu Langi-Houtman (Mme), 392.
Raveau (C.), 224.
Rayleigh (Lord), 496.
Reboul (G.), 157, 189, 255, 289, 356, 456, 537.
Reclus (Onésime), 599.
Regaud (Cl.), 94, 95, 258.
Regelsperger (Georges), 598.
Regelsperger (Gustave), 38, 187, 333, 432, 566, 599, 643.
Reglade (A.), 158, 360.
Remlinger (P.), 126, 191, 258, 291, 358, 498, 667.
Renaud (J.), 188.
Renaud (M.), 389.
Rénon (L.), 225, 424.
Répelin (J.), 124.
Rétif (E.), 258.
Retterer (Ed.), 30, 95, 126, 190, 389, 426, 458, 636, 667, 727.
Rettie (T. J.), 128.
Retzius (G.), 602, 635.
Revil (J.), **20** à **25**, **47** à **54**.
Rey (J.), 223, 570, 634.
Reynier (P.), 257, 635.
Rhein (M.), 190.
Ribot (A.), 458, 498, 727.
Ricco (A.), 603.
Richardson (L. F.), 360.
Richaud (A.), 726.
Richet (Ch.), 188, 224, 257, 496, 600, 726.
Richet fils (Ch.), 291, 324.
Richmond (H. D.), 227.
Rieux, 425.
Righi (A.), 252.
Rigotard (L.), 100.
Rigotard (M.), 89, 196, 286, 387, 464, 598, 604.
Ringelmann (M.), 664.
Ritchie (J.), 128.
Rivat (G.), 537, 725.
Riverain, 428.
Rivière (G.), 223.
Rivière (Mme Mg. J.), **641** à **648**.
Robert (M.-P.), 388, 427, 696.
Robertson (T. Brailsford), 661.
Robin (A.), 224, 291, 389, 458.
Robin (P.), 94, 569, 696, 725.
Rochon-Duvigneaud (A.), 496.
Rodet (Julien), 26.
Roels (F.), 392.
Roger (H.), 426, 698.
Rogues de Fursac (J.), 287.
Rolet (A.), 287.
Rollin (F.), 292.
Romburgh (P. van), 700.
Romme (Mlle M.), 60.
Ronchèse (A. D.), 94, 191.
Rose (Félix), 221.
Rosenblatt (Mme M.), 356.
Rosenhain (W.), 390.
Roubaud (E.), 29, 570.
Roubertie (P.), 567.
Rouch (J.), 157, **168** à **171**, 457, 497, 568.
Roule (L.), 27, 357.
Rouquier (A.), 698.
Roux (E.), 358.
Roy (Louis), 157.
Rubinstein (M.), 60, 292.
Russo (P.), 290.
Rutgers (A. A. L.), 599.
Rutgers (K. W.), 391.
Rynberk (G. van), 392.

S

Sabatier (P.), 256, 357, 537, 664.
Sacquépée, 325.
Sagnac (G.), 602, 634.
Sagnier (H.), 95, 192.
Saint-Girons (F.), 61, 188, 190, 258, 496.
Saint-Rat (L. de), 636.
Sakakami, 496.
Sanarelli (G.), 91, 224.
Sande Bakhuyzen (H. L. van de), 700.
Sanfourche (A.), 124, 157, 188.
Sarasin (Fritz), 220.
Sargnon (A.), 358.
Sarjant (R. J.), 460.
Sartory (A.), 636.
Sauvagean (C.), 457.
Sauvineau (Ch.), 425.
Scal (C.), 356.
Schaake (G.), 572.
Schaefer (Sir E. S.), 61, 499.
Schaeffer (G.), 190.
Schaumasse (A.), 568, 664.
Scheffer (F. E. C.), 228, 392, 572, 604.
Schloesing (Th. père), 157.
Schmutz (R.), 290, 724.
Schneider (A.), 636.
Schoute (C.), 32.
Schouten (J. A.), 32, 391, 604.
Schouten (W. J. A.), 260, 392, 700.
Schribaux, 428, 603.
Schryver (S. B.), 127.
Schuh (Fred.), 700.
Sedgwick (W. T.), 28.
Sencert (J.), 95, 389.
Sénéchal (A.), 91, 92.
Senez (Ch.), 126, 191.
Sequeira (J. H.), 540.
Sergent (E.), 291.
Sergent (L.), 425.
Serre (Paul), 192.
Seurat (G.), 30, 539.
Sezary (A.), 190, 539, 698.
Shaxby (J. H.), 699.
Siedlecki (Michel), 126.
Sieur (C.), 60, 666.
Sigalas (C.), 666.
Silberstein (Ludwik), 219, 286.
Simon (L. J.), 388, 423, 456, 495, 496, 497, 537, 567, 568, 569, 570, 602, 634, 635, 664.
Sissingh (R.), 228.
Sitter (W. de), 604.
Skelton (E. W.), 227.
Skinner (S.), 328.
Skupienski (F. X.), 29.
Slosse (Aug.), 257.
Smallwood (W. M.), 632.
Smith (J. L.), 128.
Smits (A.), 32, 228, 572, 604.
Snethlage (Mlle A.), 700.
Sollas (W. J.), 460.
Sollaud (E.), 663.
Sollier (Paul), 221.
Somigliana (C.), 92.
Sommelet (M.), 540.
Sordelli (A.), 636.
Soreau (Rod.), 724.
Soret (A.), 569.
Souchon (A.), 96.
Souèges (R.), 290.
Soulier (Edouard), 422.
Sourdel (M.), 325.
Spear (E. B.), 660.
Speer (N. E.), 127.
Spek (Jac. van der), 32.
Spielmann (P. E.), 391.
Spillmann (L.), 94.
Spruit (C.), 392.
Staehling (Ch.), 724.
Stefanescu (S.), 93, 189, 356, 456.
Stéphani (Philippe), 599.
Stephen (R. E.), 386.
Stiles (W.), 127.
Stodel (G.), 123.
Stok (J. P. van der), 260.
Stopes (Mlle M. C.), 128.
Struik (D. J.), 391.
Strutt (R. J.), 63, 327, 500.
Stuyvaert (Modeste), 260, 460.
Suess (Ed.), 323.
Swyngedauw (R.), 29, 92, 124.

T

Taboury (F.), 457, 497, 538.
Tanret (G.), 665, 699.
Tardy, 192.
Teissier (J.), 292.
Teixeira (F. Gomès), 218.
Terby (Mlle J.), 728.
Tergau (Mlle G. W.), 392.
Termier (P.), 389, 495, 664.
Terroine (E. F.), 425.
Thayer (G. H.), 722.
Thibierge (G.), 257.
Thiéry (Paul), 356, 537, 603.
Thieulin (R.), 667, 698, 699, 727.
Thole (F. B.), 391.
Thomas (André), 258.
Thomas (W.), 32, 392.
Thomson (Sir J. J.), 695.
Thoulet, 567.
Tiffeneau (M.), 698, 728.
Tilho, 456, 457, 570.

Tillieux (J.), 492.
Tilmant, 62.
Tisserand, 292.
Tissié (Ph.), 723.
Tissot (J.), 457.
Tixier, 498.
Toquet, 59, 91.
Touly, 125, 603.
Trannoy (R.), 93.
Tricoire (R.), 698.
Trillat (A.), 224.
Tripier, 59, 91.
Troisier (J.), 94.
Truche (C.), 458.
Truelle (A.), 96, 636.
Truffaut (G.), 96.
Tuffier (Th.), 189.
Tupa (A.), 390.
Turchini (J.), 698.
Turrière (Emile), 120, 219.
Turro (R.), 667.
Tutton (A. E. H.), 571.
Twiss (D. F.), 360.

U

Ubach (J.), 496, 663.
Ungemach (H.), 695.
Urbain (Ed.), 356, 496, 725.

V

Vacher (A.), 59.
Vacher (Marcel), 292, 428.
Vahram (A.), 567.
Vaillant (P.), 256, 290.
Vaillard, 324, 358.
Valeur (A.), 457, 500.
Vallois (H.), **111** à **151**, 289.
Vandel (A.), 424.
Vandevelde (A. J. J.), 572.
Vaney (C.), 389.
Van Tieghem (Ph.), 420.
Vanverts, 389.
Vaquez (H.), 667.
Varine (de), 453.
Varinois (Maur.), 251.
Vaulx (R. de la), 497.
Vavon, 497.
Vayssière (P.), 567.
Vergne (V. de la), 325.
Verkade (P. E.), 572.
Vermorel, 192, 292, 570.
Vernes (A.), 125, 191,
Véronnet (Al.), 188, 665, 721.
Verschaffelt (J. E.), 32, 392, 460, 700.
Viala (P.), 125, 428.
Vialleton (E.), 568.
Vignon (Louis), 566.
Vila, 665, 695.
Vilcoq, 192.
Villandre, 221.
Villey (Jean), **233** à **240**, **675** à **680**.
Vinaver (Mme S.), 425.
Vincens (François), 56.
Vincent (H.), 123, 257.
Violle (H.), 567, 636.
Violle (P.-L.), 539.
Vischniac (Ch.), 665, 696.
Visser (S. W.), 32.
Vitry, 325.
Vlès (F.), 158, 224, 290, 325, 388, 568.
Volmat (J.), 663.
Vournasos (A. C.), 356.
Vries (Jan de), 228, 392, 572, 604.

W

Waals Jr. (J. D. van der), 392, 572, 604.
Waddell, 29.
Walcott (Ch. D.), 696.
Wallich (V.), 359, 390.
Walsh (J. W. T.), 699.
Walther, 424.
Wandenbulcke (F.), 496.
Ward (H. B.), 454.
Watabiki (T.), 225.
Watson (G. N.), 31, 327.
Watson (H. E.), 32.
Watteville (C. de), 290, 326.
Wauclin (A.), 422, 601.
Weber (A.), 498, **680** à **689**, **713** à **720**.
Webster (A. G.), **517** à **550**.
Weeder (J.), 700.
Weill (E.), 94.
Wells (E. M.), 327.
Went (F. A. F. C.), 228.
Wertheim Salomonson (J. K. A.), 32, 392, 604.
Weston (F. E.), 253.
Weyl (Th.), 453.
Weyman (G.), 227.
Wheeler (R. V.), 192.
Whipple (G. C.), 454.
Wichmann (C. E. A.), 392.
Widal (F.), 457.
Wijhe (J. W. van), 392.
Wildeman (E. de), 569.
Wilson (E.), 227, 540.
Winkler (C.), 700.
Witz (Aimé), **177** à **188**, 532, 563.
Woldendorp (J. J.), 604.
Wolff (J.), 228, 572.
Wollman (E.), 425, 699, 727.
Woltjer jr. (J.), 392, 604.
Wood (H.), 391.
Woodmansey, 391.
Woog (P.), 457.
Woude (W. van der), 572.
Wright (Sir A.), 59.
Wulff (O.), 225.
Wurtz (R.), 458, 498, 667.

Y

Yamanouchi, 496.
Yeoman (E. W.), 227.
Yersin, 291.
Young (F. T.), 227.
Young (W. H.), 460.

Z

Zaepffel (E.), 539.
Zeehuizen (H.), 32, 700.
Zeeman (P.), 700.
Zernike (F.), 228, 604, 700.
Zilva (S. S.), 327.
Zimmern (A.), 425, 459.
Zoretti (L.), 156.
Zsigmondy (R.), 660.
Zwaardemaker (H.), 32, 426, 572, 700.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXX DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES[1]

A

ABSORPTION. — Vitesse d'absorption comparée de divers sels par les tissus végétaux 127
— Sur l'absorption par les milieux troubles. 224, 256, 289
— Absorption de différents anions par le sulfate de baryum précipité 574
ACADÉMIE. — Elections à l'Académie des Sciences de Paris 1, 65, 229, 329, 361, 393, 669, 701
— La deuxième session de la Conférence interalliée des Académies scientifiques 1
— La Conférence des Académies alliées et associées à Bruxelles et la création d'un Conseil international de Recherches scientifiques 541
ACCÉLÉROGRAPHE. — Sur un accélérographe. 496
ACIDE. — La réduction de l'acide formique et la production d'aldéhyde formique et d'alcool méthylique aux dépens des formiates 99
— Réaction mutuelle de l'acide oxalique et de l'acide iodique 500
— Réaction microchimique de l'acide thiosulfurique . 634
— Sur la présence de l'acide formique dans les poils urticants de l'ortie 640
— Sur la transformation de l'acide cyanhydrique en acide sulfocyanique au cours des putréfactions cadavériques; sa recherche 663, 665
ACIER. — Sur la résistance dynamique de l'acier . . 157
— Influence de divers facteurs sur la vitesse critique de trempe des aciers au carbone 158
— La formation de la troostite à basse température dans les aciers au carbone et l'influence de la température d'émersion dans les trempes interrompues. 289
— L'attaque de l'acier au nickel par l'oxyde de carbone. 574
— Sur la viscosité des aciers aux températures élevées. 663
— Influence de divers facteurs sur la création des efforts internes longitudinaux lors du refroidissement rapide de cylindres d'acier 696
— Points critiques d'aciers auto-trempants 724
ACOUSTIQUE. — Notions d'Acoustique. Instruments de musique. Le Télharmonium. 26
ACRIDIENS. — Quelques procédés de destruction des Acridiens et leur application. 567, 603
ACROLÉINE. — Sur la stabilisation de l'acroléine . 635, 663, 695, 725
ACTINIAIRES. — Pédogénèse et viviparité chez les Actiniaires 289
ACTINIES. — Sur l'adaptation du pied au milieu ambiant chez les Actinies des grands fonds sous-marins 30
ADRÉNALINE. — Antagonisme avec la quinine 726
ADSORPTION. — L'adsorption sélective et ses conséquences 607
AÉROLITHES. — Les aérolithes et la composition du Globe 261
AÉROPLANES. — Théorie du vol des aéroplanes aux diverses altitudes. 424, 457, 495
AFFINITÉ. — La nature de l'affinité chimique et la valeur des atomes 194
AFRIQUE. — La Mission de délimitation Afrique équatoriale française-Cameroun, dirigée par L. Périquet, de 1912 à 1914 46
— Annuaire et Mémoires du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'Afrique Occidentale française. 186
— La peste bovine en Afrique Occidentale française. 432
— Sur l'emploi des avions en Afrique Occidentale pour les recherches d'ordre scientifique 598
AGRICULTURE. — Guide pratique d'Agriculture tropicale. I. Principes généraux 27
— La France agricole et la guerre 155
— Geography of the World's Agriculture 221
AGRONOMIE. — La science agronomique aux États-Unis. 100
— Revue d'Agronomie **370, 111**
AIMANTATION. — Sur les coefficients d'aimantation des gaz paramagnétiques et la théorie du magnéton . . 225
AIMANTS. — Champs magnétiques des aimants permanents 459
AIR. — La conductibilité technique de l'air 63
— Equation caractéristique appropriée à l'air . . . 725
ALBUMINE. — Albumines du sang et des expectorations. 698
ALCALI. — La détermination de l'alcali dans les liqueurs au permanganate 391
ALCALOÏDE. — Réactions microchimiques et localisations de l'alcaloïde de l'*Isopyrum thalictroides* L. 157
ALCOOL. — Isolement et caractérisation des alcools à l'état d'allophanates 357
— Amino-alcools 427
— L'alcool dans le liquide céphalo-rachidien. . . . 635
ALCOOLISME. — L'alcoolisme et l'aliénation mentale chez la femme dans le département de la Manche . . . 257
ALGÉRIE. — L'expérimentation agricole en Algérie . . 195
ALGUES. — De l'élaboration de silice et de calcaires siliceux par les algues du groupe des *Girvanella*. . . 30
— Emploi des algues marines pour l'alimentation des chevaux 60, 457
ALIMENTATION. — Alimentation du bétail et cultures fourragères aux Indes. 463
ALIMENTS. — Carnivores et aliments ternaires 695
ALLEMAGNE. — Ce que le traité de paix doit exiger de la Science et de l'Industrie allemandes **102**
ALLIAGES. — Comparaison entre l'équilibre élastique interne des alliages après trempe et après écrouissage par étirage à froid 59
— Traitements thermiques d'alliages d'aluminium . 603
ALSACE. — Le champ de potasse d'Alsace **177**
ALSACE-LORRAINE. — Problèmes agricoles, élevage. . 96
ALTERNATEURS. — Sur la réaction d'induit des alternateurs. 537
ALUMINE. — Propriétés réfractaires des produits alumineux 602
— La fabrication de l'alumine à partir de l'argile ordinaire. 673
ALUMINIUM. — L'aluminium dans l'Industrie. Métal pur. Alliages d'aluminium. 219
— Analyse des alliages d'aluminium et de l'aluminium métallique. 227
— L'inflammabilité de la poudre d'aluminium . . . 640
— La production de l'aluminium pendant la guerre. 674
— Transformations subies par certains alliages d'Al. 724
AMMONIAQUE. — L'ammoniaque concentrée commerciale et ses impuretés 227
— Sur une conséquence importante de la synthèse industrielle de l'ammoniaque 388
— Synthèse aux pressions élevées 724
AMPLIFICATEURS. — Amplificateurs pour courants continus et pour courants de très basse fréquence. . . 495
— Application des amplificateurs à l'inscription mécanique des signaux de t. s. f. 568
— Sur de nouveaux dispositifs amplificateurs potentiométriques universels 603
AMPUTÉS. — La reprise du travail par les amputés et estropiés de guerre. 93
ANAÉROBIES. — Nouvelle méthode pour la recherche et la culture des anaérobies 636
ANALYSE. — Cours d'Analyse mathématique 385

1. Les chiffres gras reportent aux articles originaux.

ANALYSE. — Les principes de l'Analyse mathématique. Exposé historique et critique 492
ANAPHYLAXIE. — Recherches sur l'anaphylaxie. . 188, 191, 359, 496, 699
ANATOMIE. — Revue d'Anatomie. **111**
ANESTHÉSIQUES. — Anesthésiques locaux 458
ANNÉLIDE. — Sur un processus normal de fragmentation, suivi de régénération, chez un Annélide polychète. 695
ANNUAIRE. — Annuaire pour l'an 1919, publié par le Bureau des Longitudes 120
— Universitatum et eminentium Scholarum Index generalis 693
ANOPHELES. — Antagonisme du bétail et de l'homme dans la nutrition sanguine de l'*Anopheles maculipennis* 570
ANOXÉMIE. — L'anoxémie, ses causes et son traitement. 504
ANTARCTIQUE. — British Antarctic Expedition 1907-1909 564
ANTHOZOAIRES. — Sur un stade primitif, essentiel, non encore reconnu dans le développement des Anthozoaires. 496
APRÈS-GUERRE. — Les Associations internationales et la reconstitution de l'après-guerre **111**
ARAGONITES. — Los Aragonitas de Espana 599
ARBRES. — Les périodes de vibration latérale des arbres chargés 31
— Influence de la grosseur des arbres sur l'efficacité des éclaircies 96
— Concours des arbres pour soutirer l'eau à l'atmosphère 726
ARCACHON. — Arcachon, ville de santé 723
ARCS. — Les arcs à faible voltage dans les vapeurs métalliques 128
— La pression sur les pôles de l'arc électrique . . . 327
ARGENTURE. — La protection des surfaces argentées. 574
ARTHROPODES. — Le membre des Arthropodes 456
ARTICULATIONS. — Des articulations métacarpo-phalangiennes des Carnivores et des Ongulés 30
ASCIDIE. — Infection expérimentale chez l'*Ascidia mentula* 636
ASQUES. — Sur la formation des asques chez l'*Endomyces Lindneri* (Saito) 225, 360
ASSOCIATIONS. — Les Associations internationales et la reconstitution de l'après-guerre. **111**
ASTHÉNIES. — Les maladies de l'esprit et les asthénies. 633
ASTRE. — Temps et température de formation d'un astre. 665
ASTROLABE. — Sur un appareil genre astrolabe à prisme, destiné à la mesure des variations de latitude . . . 92
— Astrolabe photographique impersonnel 568
ASTRONOMIE. — Revue d'Astronomie (années 1917-1918). **521**
— Application de la Photométrie photo-électrique à l'Astronomie 543
ATELIERS. — L'organisation rationnelle des Ateliers de mécanique 419
ATLANTIDE. — L'Atlantide. Pays de l'Atlas : Algérie, Maroc, Tunisie 599
ATMOSPHÈRE. — Les pouvoirs refroidissant et évaporant de l'atmosphère déterminés par le cata-thermomètre. 128
— Contribution à l'étude du pouvoir absorbant de l'atmosphère terrestre 185
— Périodicité des vagues atmosphériques 223
— Réflexions préliminaires sur les mouvements généraux de l'atmosphère. 255
— Les formations cycloniques de l'atmosphère . . . 725
ATOME. — Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes. 356, 634, 664
— Actions mécaniques à hérédité discontinue par propagation; essai de théorie dynamique de l'atome à quanta 495
— La structure des atomes **578**
AUSCULTATION. — L'auscultation focale. 538
AUTOMOBILE. — Traité élémentaire d'Automobile et notes techniques. 532
AUTOMOBILISME. — Cours d'Automobilisme appliqué. 26
AUTRUCHE. — Les résultats des recherches récentes sur l'Autruche. **551, 592**
AVIATION. — Les blessés et l'aviation au Sahara . . . 189
— Les moteurs à explosion dans l'aviation. I. Études préliminaires 532
AVION. — Avion radio-médico-chirurgical (Aérochir). . 62
— Sur l'emploi des avions en Afrique Occidentale pour les recherches d'ordre scientifique 598
AZÉOTROPISME. — La tension de vapeur des mélanges de liquides; l'Azéotropisme 386
AZOTE. — Dosage colorimétrique de l'azote non protéique du sang 61
— Sur la constitution des vapeurs nitreuses 124
AZOTE. — Sur l'oxydation du bioxyde d'azote par l'air sec 157
— Le cycle d'oxydation du bioxyde en présence d'eau. 188
— Sur quelques propriétés de l'anhydride nitreux pur ou en solution dans le peroxyde d'azote 696
AZOTURES. — Les azotures normaux de nickel et de cobalt 356

B

BACILLE. — Rôle de l'arginine et de l'histidine pour la culture du bacille tuberculeux 190
BACTÉRIE. — Oxydation de l'ac. lactique par les B . . 60
— Une bactérie voisine des *Pasteurella*, pathogène pour l'homme 225
— Sur la vitesse de locomotion des bactéries . . . 609
BACTÉRIOLOGIE. — Emploi de la silice gélatineuse comme milieu bactériologique 674
BALKANS. — La Péninsule balkanique 89
BALLONS. — La vitesse ascensionnelle des ballons-pilotes 497
BARBEAUX. — Distribution en Afrique 724
BASALTE. — Sur la formation des colonnes de basalte. 497
— A propos de la prismation des coulées basaltiques. 569
BATRACIENS. — Le système lymphatique des Batraciens 225
BAUMES. — Alcoolyse des baumes 427
BÉRYL. — Traitement du béryl pour en extraire la glucine. 255
BÉTON. — Sur la cause de l'adhérence du béton au fer dans les constructions en béton armé . . 496, 569, 570
BETTERAVES. — La production du sucre de betteraves en France par la graine de betterave à sucre française. 192
BIOLOGIE. — Freshwater Biology 454
— A text book of Biology 632
BIRÉFRINGENCES. — Sur le calcul des biréfringences. . 696
BOIS. — La détermination des bois de deux *Dalbergia* de Madagascar 256
— L'exploitation des bois coloniaux; les bois de la Côte d'Ivoire, du Gabon et de l'ancien Cameroun . 641
BOMBYX. — Reproduction et développement. . . 158, 223
BORE. — Sur la présence de bore dans quelques silico-aluminates basiques naturels 356
BOTANIQUE. — Revue de Botanique. **212**
— Eléments de Botanique 420
BOUCHE. — Hygiène quotidienne de la bouche; son importance prophylactique en cas d'épidémie. . . 94
— Résistance et Construction des Bouches à feu. Autofrettage 692
BOUILLIES. — Efficacité comparée des bouillies bordelaises ordinaires et des bouillies bordelaises caséinées pour la préservation des grappes 570
BRÈCHES. — A propos d'un mémoire de M. J. de Lapparent sur les brèches des environs d'Hendaye . . 388
BREST. — Sur la morphogénie de la rade de Brest. . . 59
BRISES. — Sur les brises de terre et de mer à Bayonne. 157
BROUILLARDS. — Appareil destiné à l'étude de la formation et de la persistance des brouillards 224

C

CABLE. — Résistance et réactance effectives d'un câble armé triphasé pour les harmoniques 3 du courant. 29, 92
— Sur les pertes d'énergie dans les diélectriques des câbles armés 124
CADMIUM. — Sur le spectre du cadmium dans les gaz inactifs. 32
CALCAIRE. — Le calcaire carbonifère dans la région de Lille. 158
CALCANÉUM. — L'architecture du calcanéum. 123
CALCUL. — Calcolo numerico approssimato 353
— Calcolo delle Probabilità 452
CALENDRIER. — Projet de réforme du calendrier civil actuel (julien, grégorien) 91, 123
CANCER. — Recherches expérimentales sur le cancer. . 30
— Cancer de la langue chez les animaux 189
— Considérations sur le problème du cancer. Plan d'expériences 257
— Le cancer au Havre 258
— L'hydratation, le résidu soluble et le résidu insoluble, l'azote, dans le cancer du foie. Une nouvelle conception sur la genèse du cancer 389, 458
— Cancer primitif du pancréas. 725
CAOUTCHOUC. — Les plantations de caoutchouc en Malaisie 35
— Le caoutchouc considéré comme un colloïde . . . 360
— La fabrication synthétique du caoutchouc en Allemagne pendant la guerre 607

Carbonates. — Méthode physico-chimique de dosage des carbonates alcalins en présence des bases alcalines. Application à l'analyse des gaz des fumées. 91
Carbures. — Préparation de quelques carbures acétyléniques au moyen de l'acétylène monosodé. . . . 496
Cartilage. — Du cartilage articulaire et costal des individus adultes et vieux. 126
— Du mode d'ossification des cartilages du larynx. . 190
Casse. — Rôle du fer dans la casse bleue des vins . . 725
Cassures. — Sur certaines cassures défectueuses des éprouvettes de traction prélevées en « travers » dans l'acier. 567
Catalogue. — Un projet de Catalogue des collections d'Ostéologie comparée du Museum 232, 632
Catalyse. — Catalysis in industrial Chemistry. . . . 493
— Etude des actions catalytiques sur les surfaces solides. 500
Cécité. — Quelques expériences de cécité des couleurs. 128
Cellobiose. — Synthèse biochimique du cellobiose à l'aide de l'emulsine. 388
Cellules. — Influence de la concentration extérieure sur la position de l'équilibre atteint dans l'absorption des sels par les cellules végétales. 127
— Une conception biologique nouvelle de la cellule. **397**
— Schème physique pour servir à l'étude de la nutrition minérale de la cellule 495
— Relation entre l'état électrique de la paroi de la cellule et sa perméabilité à un ion donné 497
Cémentation. — Nouveau procédé de cémentation au moyen d'un bain de sels 363
Céphéides. — Causes possibles de la courbe de lumière. 725
Céréales. — Les méthodes de sélection appliquées aux céréales de semence. Etat actuel de la question. **79, 108**
Cerveau. — L'énigme du cerveau des Oiseaux. . . . 297
Cétacés. — Report on Cetacea stranded on the British Coast during 1918 420
Cétimines. — Synthèse des cétimines par voie catalytique. 567
Cétones. — Sur un nouveau mode d'obtention des cétones bicycliques 497
Chalands. — La construction des chalands et des navires de mer en ciment armé **617**
Chalcostibite. — Sur un remarquable gisement de chalcostibite au Maroc 695
Chaleurs. — Calcul du rapport des chaleurs spécifiques principales du benzène et du cyclohexène par la méthode cyclique de M. Leduc 123
— Chaleurs de vaporisation des liquides . . 124, 189, 456
— Déterminations du coefficient de transmission de la chaleur à travers les parois d'un wagon fortement isolé. 126
— Comment Carnot a calculé l'équivalent mécanique de la chaleur 224
— Sur la théorie des chaleurs spécifiques des corps solides 258
— Sur la transformation directe de la chaleur en énergie électrique par d'autres voies que les couples thermo-électriques 429
Champignons. — Conservation du ferment oxydant . . 498
Champs. — Champs magnétiques des aimants permanents. 459
Charançon. — Destruction du charançon par la chloropicrine. 666
Charbon. — Coal and its scientific uses 55
— Les quatre constituants visibles du charbon bitumineux à bandes 128
Charriage. — Phénomènes de charriage, d'âge alpin, dans la vallée du Rhône, près d'Avignon 495
— Sur les écailles ou nappes de charriage de la région d'Alais (Gard) 537
Chaudières. — Chaudières à vapeur. 492
Chemin de fer. — La voie ferrée du 45e parallèle . . 197
— Un nouveau tracé de chemin de fer transsaharien. 263
Chenilles. — Sur les maladies parasitaires des chenilles processionnaires des Pins d'Arcachon . 495, 539
— Symbiose des fourmis et des chenilles de *Lycaena*. 726
Cheptel. — La réorganisation méthodique du cheptel français 292
Chevaux. — Sur les causes de la mort chez les chevaux immunisés avec les bactéries tuées ou les extraits bactériens 157
Chimie. — Précis de Chimie agricole. 56
— Trattato di Chimica generale ed applicata all' industria. I. Chimica inorganica. 354
— Introduction à la Chimie générale 419
— Revue de Chimie minérale. **112**
Chimie. — Les méthodes de la Chimie organique. Monographies 453
— Catalysis in industrial Chemistry. 493
— Traité de Chimie organique. II. Série cyclique. . . 563
— Outlines of theoretical Chemistry. 722
Chine. — La température en Chine et à quelques stations voisines 322
Chirurgie. — Essais sur la chirurgie moderne . . . 566
Chlore. — Indice de chlore comme mesure comparative de la richesse des terres en humus 93
— Sur le pouvoir absorbant de la terre sèche ou humide vis-à-vis du chlore gazeux 93
— Sur les systèmes chlore-acide hypochloreux-hypochlorite de soude. 423
Chloroformiates — Préparation des chloroformiates de méthyle chlorés 724, 725
Chloropicrine. — Sur la haute toxicité de la chloropicrine vis-à-vis de certains animaux inférieurs et sur la possibilité d'emploi de cette substance comme parasiticide. 289, 570, 571, 666, 725
Chlorures. — Sur la formation catalytique des chlorures forméniques à partir des alcools primaires . . 537
Choc. — La toxicité des muscles broyés au point de vue de la pathogénie du choc 497
— Traitement du choc 538
— La suppression du choc 567
Choléra. — De la pathogénie du choléra. 91, 224
— Recherches sur le vibrion cholérique 425, 539
Cholestérinémie. — Relation de la cholestérinémie et du pronostic, dans certaines conditions cliniques et expérimentales 190
Chondriome. — Sur le chondriome du protoplasme des *Chara* 125
— Le chondriome des cellules adipeuses. 325
— Rôle dans la sécrétion rénale 698
— Distinction du chondriome en vacuome, plastidome et sphérome. 724
Chrome. — Sur l'évolution et l'oxydation de l'hydrate chromique en solution alcaline 91, 92
— Chromate double magnésico-potassique 497
Chronaximétrie. — Chronaximétrie du cœur au point de vue pathologique et thérapeutique 698
Cicatrices. — Note sur le traitement chirurgical des cicatrices des blessures de guerre. 424
Ciel. — Projet de classification uranographique . . . 635
Ciment. — La construction des chalands et des navires de mer en ciment armé. **617**
Cinchonidine. — Contribution à l'étude de la cinchonidine. 497, 540
Cinchonine. — Recherches sur la cinchonine et ses isomères. 188, 226, 664, 728
Cinématographie. — Représentation de cinématographies en couleurs des Etablissements Gaumont. . 695
— Sur la cinématographie ultra-rapide 724
Circuits. — Les diagrammes vectoriels de quelques circuits oscillants employés avec les tubes thermoioniques 328
— Effets inductifs des courants électriques de traction sur les circuits téléphoniques et télégraphiques. 394
Cires. — Technical Handbook of oils, fats and waxes. II. Practical and analytical. 253
Climats. — Une nouvelle classification générale des climats **550**
Coagulation. — Etude des formes prises par les gouttes et les vortex d'un liquide gélatinisant dans diverses solutions coagulantes 127
Coaptation. — La coaptation des fémurs antérieurs et de la tête chez les Phasmes 666
Cobalt. — Sur l'oxydation spontanée des complexes organiques du cobalt. 538
Coccobacilles. — Coccobacilles nouveaux parasites du hanneton 59
Cochylis. — Action de la chaleur et de la sécheresse sur la *Cochylis* 604
Coefficient. — Le coefficient hématopnéique 457
Coke. — Sur les conditions de formation du coke. . . 495
Colibacille. — Recherches biochimiques. . . . 191, 729
— Survivance dans les eaux. 292
Collodion. — Sur les pellicules de collodion 61
Colloïdes. — Une nouvelle méthode de pesée des particules colloïdales. 460
— An introduction to theoretical and applied Colloïd Chemistry. 660
— The Chemistry of Colloids 660
Colonies. — Un programme de politique coloniale. Les questions indigènes. 566
Colonne. — Colonne à distiller pour laboratoire. 260, 388

Coloration. — Sur une nouvelle méthode de coloration élective des membranes végétales lignifiées. . 91
— Concealing coloration in the Animal Kingdom. . 722
Combustion. — Les recherches du Bureau américain des Mines sur la combustion dans les foyers de chaudières 33
— La combustion de surface **274**
Comète. — Sur le prochain retour de la comète périodique 1911, VII (Schaumasse) 568, 664
— Retour de la comète périodique Finlay 695
Compteur. — Présentation d'un modèle réduit du compteur de vapeur 324
Conductibilité. — La détermination exacte des tensions superficielles, du poids spécifique et de la conductibilité électrique des liquides à des températures très élevées **5**
— La conductibilité thermique de l'air 63
Conglomérats. — Des conglomérats de la vallée de la Bruche et du caractère des brèches d'origine sédimentaire 666
Congrès. — Le Ve Congrès national de Navigation intérieure 637
Conjugaison. — La restauration de la vitalité par conjugaison chez les Protozoaires 431
Conseil. — Création d'un Conseil international de Recherches scientifiques 541
Constitution. — Couleur et constitution chimique. . . **331**
Convoluta. — Le comportement du *Convoluta roscoffensis* en présence du rythme des marées. 603
Cordons. — Sur l'âge des cordons littoraux anciens des Bas-Champs de Picardie 666
Corrosion. — Recherches sur les causes de la corrosion ou de l'érosion des hélices propulsives. . . . 295
Coton. — Existence d'anneaux de croissance journalière dans la paroi cellulaire des fibres de coton 360
Couleur. — Couleur et constitution chimique **331**
Coups de bélier. — Étude théorique et expérimentale des coups de bélier 452
Courants. — Sur la superposition des courants aériens au-dessus de la presqu'île du cap Vert (Sénégal) . . 92
— La variation diurne du courant électrique vertical de la terre à l'air 224
— Sur la production d'un courant continu par application d'une f. é. m. alternative à un voltamètre à électrodes de platine 256
Courbes. — Œuvres mathématiques. Traité des courbes spéciales planes et gauches 248
— La résolution d'une courbe en un certain nombre de composantes exponentielles 699
Craie. — Les chlorures des eaux potables de la craie de Picardie **188**
Cristaux. — Sur la coloration artificielle des cristaux liquides 59
— Méthode pour l'examen de la pureté optique des cristaux de quartz 326
— Les méthodes de production de gros cristaux homogènes dans les solutions 503
— La genèse de la Science des cristaux 534
Croissance. — Différence de progression de l'indice de croissance dans le sexe masculin et le sexe féminin. 603
— Facteur modificateur de la croissance normale et loi de compensation 697
Croix-Rouge. — La Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge **618**
Crues. — Sur le mouvement graduellement varié et la propagation des crues 125
Crustacés. — Sur la morphologie du membre des Crustacés. 389
Cryoscopie. — Réduction aux lois de la solubilité . . 388
— Cryoscopie dans le tétrabromure d'acétylène. . . 496
Cubitus. — Déplacements du cubitus au cours de la rotation antibrachiale 258
Cuivre. — Sur une réaction très sensible du cuivre. Application à l'analyse des cendres et des terres arables. 223, 696
Cultures. — Cultures maraîchères expérimentales au bord de la mer 93
— Résultats obtenus par des coopératives de culture des terres. 192
Cyanamide. — Action de la cyanamide et de la dicyanodiamide sur le développement du maïs 665
— Transformation de la cyanamide en urée par les microbes du sol. 695
Cyanogène. — Sur la préparation du chlorure de cyanogène par la méthode de Held 569, 570
Cycadées. — The living Cycads 565
Cyclone. — Sur quelques exemples de « compression de cyclone ». 255

D

Décharge. — Influence d'un champ magnétique transversal sur la décharge dans un tube de Geissler . . 66
— Expériences avec des électrodes perforées sur la nature de la décharge dans les gaz à faible pression 571
Déformation. — Déformation élastique isotherme et adiabatique. 701
Délimitation. — La délimitation des régions économiques françaises 101
Déminéralisation. — La déminéralisation osseuse et son traitement 224
Dentine. — Structure de la dentine ou ivoire 389
Dents. — Modifications des dents du cobaye produites par un régime scorbutique 327
— Du cortex de la racine des dents. 426
— Du cortical osseux des dents simples. 727
Derme. — Sur la structure des papilles et de la couche superficielle du derme chez l'homme. 359
Déshydrogénation. — Déshydrogénation catalytique par le nickel en présence d'hydrogène. 256
Desmoceras. — Remarques sur les origines et la classification des *Desmoceras* 602
Détonation. — Sur les sensations physiologiques de détonation. 257
Diapasons. — Sur quelques propriétés des diapasons entretenus électriquement 639
Diélectriques. — Sur la décomposition de liquides diélectriques au sein desquels jaillit un arc 356
Diffraction. — Sur la diffraction des images solaires. 29
Diffusion. — La diffusion de la lumière par les substances solides. 327
— Diffusion de la lumière par la pluie, les nuages ou le brouillard. 570
Digestion. — Étude comparée de la digestion du son meunier par le chien et par le lapin. 258
Dimorphisme. — Un cas intéressant de dimorphisme sexuel chez un serpent africain (*Bothrolycus ater* Gunther). 257
Dissolution. — Températures critiques de dissolution dans l'aniline des principaux carbures d'hydrogène renfermés dans les essences de pétrole. 423
Distillation. — Les limites de séparation par distillation fractionnée : une nouvelle colonne rectificatrice. 260, 388
Drap. — L'action des conditions atmosphériques sur la laine et le drap. 504
Dysenterie. — Sur le rôle du microbe filtrant bactériophage dans la dysenterie bacillaire. 29
— Recherche sur les bacilles dysentériques. 539
— Le rôle des mouches dans la propagation de la dysenterie bacillaire. 609
— Vaccination préventive 725

E

Eau. — Conductibilité de l'eau de mer pour les courants de fréquence radiotélégraphique. 34
— L'action du sulfate de cuivre sur le plankton des eaux d'alimentation. 68
— Considérations sur l'établissement des projets de distribution d'eau potable dans les communes. . . 387
— La javellisation des eaux de boisson aux armées françaises pendant la guerre. 425
— Les chlorures des eaux potables de la craie de Picardie. **188**
— Adduction et distribution d'eau 721
Echinoïdes. — La morphologie et l'évolution de l'ambulacre des Echinoïdes. 390
Eclipse. — Sur les observations de l'éclipse annulaire du 3 décembre 1918 faites à Buenos-Ayres. . . . 496
— Phénomènes magnétiques observés pendant les éclipses de Soleil. 501
— Le principe de relativité généralisé et l'Eclipse de Soleil du 29 mai 1919. 669
— Sur le cycle des éclipses. 724
Economie. — Manuel d'Économie commerciale. La technique de l'Exportation. 254
— Problèmes économiques d'après guerre. 536
Ecoulement. — Sur les lois de l'écoulement des liquides par gouttes dans les tubes cylindriques. . . 224
Ecrans. — Propriétés des écrans renforçateurs utilisés en radiographie. 262
— Sur de nouveaux écrans fluorescents pour la radioscopie. 567
Ecriture. — Un cas d'écriture en miroir. 93
Education. — L'éducation physique et la race 723

Egypte. — Relations des éruptions volcaniques avec les transgressions marines en Egypte 666
— Affaissement du nord du delta égyptien, depuis l'Empire romain 456
Elasticité. — Influence de la température sur l'élasticité des métaux 327
Electricité. — Une nouvelle théorie des rapports de la gravitation et de l'électricité 98
— La conservation de l'électricité et la théorie électronique 159
— L'émission d'électricité par les corps incandescents. I. Les résultats expérimentaux et les théories. **171**
II. Les applications **198**
Electrolyse. — The applications of Electrolysis in chemical industry 286
Electron. — L'électron annulaire 64
Electro vibrateur. — Un électro-vibrateur 427
Eléments. — Une nouvelle classification périodique des éléments 360
Eleotris. — Sur les *Eleotris* des eaux douces de Madagascar 497
— Régime alimentaire de l'*Eleotris Legendre* Pellegrin 665
Eléphants. — Structure des lames des molaires et phylogénie des Eléphants 93, 189, 356, 456
Emanations. — Sur l'action nocive des émanations de l'usine de Chedde 124
Embaumement. — Embaumement mercuriel médiéval . 29
Embryologie. — Revue d'Embryologie. . . . **680, 713**
Embryotrophie. — L'embryotrophe hématique et le fer foetal 727
Emigration. — L'émigration actuelle aux Etats-Unis . 643
Emotivité. — Origine et conséquences de l'émotivité féminine 91
Emphysème. — Etude expérimentale de l'emphysème du médiastin 93
Emulsines. — Action sur l'amygdaline 699
Emulsion. — Sur quelques propriétés optiques des émulsions bactériennes. 224, 290
Encres. — Emploi en histologie végétale 724
Enfants. — Etat sanitaire des enfants des écoles dans les régions libérées 358, 666
— The natural history of the child. 722
Enregistrement. — Méthode d'enregistrement graphique au moyen d'un jet gazeux 59
Enseignement. — L'enseignement professionnel de la fillette musulmane et la rénovation des arts féminins indigènes au Maroc **211**
Entomophthora. — Sur la vie saprophytique d'un *Entomophthora* 29
Entropie. — Entropie et probabilité **135**
Enzyme. — The nature of Enzyme action 693
Epilepsie. — Des résultats du traitement de l'épilepsie par le régime achloruré et le bromure 291
Epithélium. — Dédifférenciation physiologique et rajeunissement cellulaire dans l'épithélium intestinal. 603
Erythème. — La réactivation tuberculinique de l'érythème noueux. 189
Esprit. — Les maladies de l'esprit et les asthénies . . 633
Essences. — Sur la composition de quelques essences de pétrole asiatiques 568
Estime. — Sur les erreurs d'estime que peut entrainer la connaissance incomplète du régime aérologique. 432
Estomac. — Chimisme gastrique 60, 699
Etats-Unis. — Les Universités et la vie scientifique aux Etats-Unis 121
— La production minière et métallurgique aux Etats-Unis pendant la guerre 231
— L'émigration actuelle aux Etats-Unis 643
Ether. — Inflammation spontanée des mélanges d'air et de vapeurs d'éther 289
— De l'action de l'acétylène monosodé sur quelques éthers halogénés des alcools secondaires 324
Etoiles. — Les étoiles naines 1
— La répartition des grandeurs absolues entre les étoiles dans la Voie lactée et en dehors 392
— Sur quelques étoiles dont le mouvement propre annuel total est supérieur à 0″5 569
Eunicien. — Fausse incubation chez un Eunicien. Les pontes de l'*Heteronereis Malgremi* 60
Eutexie. — L'eutexie et les solutions étendues . . . 357
Evolution. — L'évolution est-elle réversible ? Considérations au sujet de certains Poissons 91
— Evolution à rebours chez un Lézard 93
— La loi de l'évolution non corrélative **240**
Explosifs. — Les Explosifs dans les Mines 453
— Chimica delle Sostanze esplosive 494
Explosions. — Ebranlements du sol causés par des explosions 92
— La nature des explosions volcaniques 365
— Comparaison des températures d'explosion calculées à partir des chaleurs spécifiques et à partir des pressions explosives 663

F

Faille. — Nouvelles observations sur la « Faille des Cévennes ». 356
Falklandia. — Un continent dévonien, le Falklandia. 332
Fer. — Recherche dans les tissus 191
— Notes sur la détermination du soufre dans l'oxyde de fer épuisé 227
— La relation entre la structure moléculaire et l'activité vis-à-vis de l'hydrogène sulfuré de l'oxyde de fer 227
— Sur le potentiel nécessaire pour électrolyser les solutions de fer 696
Fièvre. — Du rôle du microbe filtrant bactériophage dans la fièvre typhoïde 255
— L'agent pathogène de la fièvre jaune . . . 464, 577
— L'évolution des spirochètes de la fièvre récurrente chez le pou 696
Filtration. — Nouvelles parois poreuses à filtration dissymétrique. 495
Flagellés. — Sur quelques Flagellés d'Insectes obtenus en culture pure et en particulier sur le *Crithidia melophagi* 538
Flexion. — Sur les essais de flexion par choc de barreaux entaillés 495, 568
Floculation. — Recherches sur l'état d'agrégation. IV. La floculation des colloïdes par les sels contenant des ions organiques univalents 127
Fluides. — Sur l'écoulement des fluides 223
— Formule donnant la densité d'un fluide à l'état de saturation 289
— Equation d'état des fluides 357
Fluorescence. — Etude du spectre de lignes du sodium excité par la fluorescence 500
— Sur les conditions d'excitation de la fluorescence. 602
Fluorine. — Le « Blue John » et les autres formes de fluorine 540
Fluoromètre. — Sur un fluoromètre 497
Fluorures. — Influence des fluorures sur la végétation. 388
Follicules. — Existence normale de microbes dans le tissu des follicules lymphoïdes 94, 95, 191
Fonctions. — Leçons sur les fonctions monogènes uniformes d'une variable complexe 88
Fonte. — Nouvelle machine pour mesurer la résistance de la fonte par la méthode du cisaillement . . . 29
Forçage. — La forçage artificiel des racines 67
Forces. — Lettres à l'Académie des Sciences sur l'unification des forces et des phénomènes de la Nature 222
— Note préliminaire sur l'étude des effets de la force centrifuge sur l'organisme 538
Forets. — Les forêts à Madagascar **624**
Formol. — Action stérilisante des vapeurs de formol.
Fours. — Les fours électriques de laboratoire . . . 286
Fovéa. — La double fovéa rétinienne des Rapaces diurnes 496
Fragilité. — Nouvelle méthode d'essai de fragilité des tubes métalliques 664
Fraisage. — Le Fraisage 251
Froid. — Les industries du froid à l'Exposition universelle de San Francisco 9
— D'un vêtement insubmersible et protecteur contre le froid 224
Frottement. — Le frottement statique et les propriétés lubrifiantes de certaines substances chimiques . . 606
Fruits. — Conservation des fruits dans l'eau froide. 424, 457
Fucus. — Les effets d'orientation des lumières monochromatiques d'égale intensité sur les spores et les rhizoïdes de *Fucus* 545
Fulminate. — Recherches sur le fulminate de mercure et quelques-unes de ses impuretés 191

G

Gale. — Sur le traitement de la gale des Equidés par les vapeurs de chloropicrine 571
Galvanomètres. — Galvanomètres inscripteurs à fer mobile. 537
Ganglion. — Histologie pathologique du ganglion de Wrisberg. Paralysie générale 30

GANGRÈNE GAZEUSE. — Les résultats du traitement de la gangrène gazeuse par le sérum multivalent . . 123
— Diagnostic pathogénique précoce de la g. gazeuse 325
GASTÉROPODES. — Sur la rotation de la région anale et du tortillon de la coquille larvaire chez les Gastéropodes. 697
GAZ. — La lumière diffusée par les gaz : sa polarisation et son intensité. 63
— Les séquelles des intoxications par les gaz de combat. 159
— Variations du courant photo-électrique produites par l'échauffement, l'occlusion et l'émission des gaz. 231
— Mesure de petites quantités d'humidité 391
GELÉES. — Le refroidissement du sol pendant la nuit et les gelées de printemps 673
GENERA. — Genera Mammalium. Monotremata. Marsupialia 662
GÉOGRAPHIE. — Géographie mathématique 385
GÉOLOGIE. — Revue de Géologie **20, 17**
GÉOMÉTRIE. — Cours de Géométrie analytique 563
GERMINATION. — Utilisation de la courbe des limites de la germination des graines après séjour dans les solutions 60
GESNÉRACÉES. — Leurs canaux sécréteurs 223
GLACIERS. — L'influence du vent sur la distribution des glaciers 164
GLANDES. — Glandes endocrines et fièvre 358
— La radio-sensibilité des glandes à sécrétion interne. Application à la surrénale. 425
GLOBULES. — La survie des globules sanguins tranfusés dans la circulation 263
GLUCINE. — Traitement du béryl pour en extraire la glucine. 255
GLUCOSIDES. — Synthèses biochimiques de glucosides 124, 157
— Recherches biochimiques expérimentales sur le rôle physiologique des glucosides chez les végétaux. I. 386
GLYCÉMIE. — Glycémie et acétonurie 667
GLYCÉRINE. — La production de la glycérine aux dépens des mélasses 396
— La fabrication de la glycérine par fermentation en Allemagne pendant la guerre 544
GLYCOSE. — Utilisation dans les maladies fébriles. . . 458
GLYCOSURIE. — Glycosurie et carbonaturie. Glycosurie par la théobromine. 291
GOMERA. — Sur la constitution de l'île de Gomera. . . 59
GOUTTES. — Sur les sons produits par des gouttes tombant sur l'eau 63
GRAINS. — Difficultés rencontrées dans l'étude des grains par suite de l'incertitude sur l'heure des observations. 188
— Sur la prévision des grains orageux en Afrique Occidentale 223
GRAISSES. — Le rôle des graisses dans l'alimentation. 36
— Technical Handbook of Oils, Fats and Waxes. II. Practical and analytical 253
GRAPHITE. — La formation de l'acide graphitique et la nature du graphite. 395
GRAVIFIQUE. — La Gravifique 428, 700
GRAVITATION. — Une nouvelle théorie des rapports de la gravitation et de l'électricité 98
— Recherches expérimentales sur la gravitation. 124, 634, 663
GREFFE. — Recherches sur les greffes de tissus morts. 95, 426
GRIPPE. — Observations, recherches et traitements. 60, 94, 126, 225, 257, 324, 389, 496
GROENLAND. — Nouvelle exploration du Danois Rasmussen dans le Groenland septentrional 333

H

HARMONIQUE. — Sur l'harmonique aristoxénienne. . . . **265**
HÉLICES. — Recherches sur les causes de la corrosion ou de l'érosion des hélices propulsives 295
HÉLIUM. — La préparation commerciale de l'hélium pour le gonflement des dirigeables 195
HÉMOCYANINE. — Dissociation des oxyhémocyanines. . 636
HÉMOGLOBINES. — Propriétés spectrales de quelques hémoglobines d'Annélides. 568
HÉMOLYSINES. — Spécificité des hémolysines naturelles. 291
HÉMORRAGIE. — Sur la cause de l'hémorragie menstruelle 359
— Injections de gomme ou de plasma après hémorragie. 726
HÉRÉDITÉ. — The third and fourth Generation. An introduction to Heredity 58
HÉRÉDITÉ. — Suggestion sur la nature et les causes de l'hérédité ségrégative (caractères mendéliens) et de l'hérédité agrégative (caractères non mendéliens). 91
— L'Hérédité morbide 600
HÉRÉDO-SYPHILIS. — La prophylaxie et le traitement collectif des enfants hérédo-syphilitiques ; les asiles Welander. 458
HERMAPHRODISME. — Hermaphrodisme et scissiparité . 726
HEVEA. — Heveakanker. 599
HEXAMÉTHYLÈNE-TÉTRAMINE. — Action de l'acide formique sur l'hexaméthylène-tétramine 540
HOLLANDE. — La Hollande amie 422
HOUILLE. — L'intoxication arsenicale dans les industries de la houille. 257
— Recherches sur la chimie de la houille 460
HOUILLER. — Le nouveau bassin houiller de la région lyonnaise 67, 123
— Le terrain houiller du Nord de la France, flore et faune 92, 256, 290, 357
— Le terrain houiller de la prov. d'Oran 388
— Structure du bassin houiller du Gard. 664
HOULES. — La prévision des houles sur la côte du Maroc **108**
HUILE. — Fabrication d'huile de palme neutre. . 99, 292
— Technical handbook of oils, fats and waxes. II. Practical and analytical. 253
HUITRES. — Action des condiments antiseptiques sur le pouvoir infectant des huîtres. 291
HUMANITÉ. — La différenciation de l'humanité en types raciaux **610**
HYBRIDE. — Anomalies florales chez les hybrides de *Linaria vulgaris* × *L. Stricta* 726
HYDRAMIDES. — Sur l'oxydation des hydramides . . . 696
HYDRATES DE CARBONE. — Recherches récentes sur la biochimie des hydrates de carbone 363
HYDROGÈNE. — Sur les conditions d'utilisation de l'appareil de Schilling pour le contrôle de l'hydrogène industriel. 124
— La production de l'hydrogène par l'action de l'oxyde de carbone sur le chaux éteinte. 639
HYDROLOGIE. — The elements of Hydrology. 218
HYPERGLYCÉMIE. — Recherches sur l'hyperglycémie provoquée 359, 498, 727
HYPOCHLORITE. — La stabilisation de l'hypochlorite de chaux 128, 363
— Action de l'hyposulfite de sodium sur les hypochlorites 496
HYPOCRÉALES. — Recherches organogéniques sur quelques Hypocréales 56

I

ICTÈRE. — Le spirochète de l'ictère infectieux. 60
IMAGES. — Les transformations des images optiques par des réflexions multiples. **656**
IMMUNITÉ. — Recherches expérimentales sur l'immunité anti-streptococcique 425
— Le rôle des plaquettes sanguines dans l'immunité naturelle 464
— Anaphylaxie et immunité. 699, 726
— Immunisation croisée 727
— Immunité naturelle chez les Insectes 726
INCENDIES. — Sur les incendies provoqués par les ondes hertziennes 124
INDES. — La peste aux Indes depuis vingt ans 365
— Alimentation du bétail et cultures fourragères aux Indes. 463
— La culture du thé aux Indes néerlandaises. . . . **516**
INDIRUBINES. — Sur les indirubines 538
INDOL. — Synthèses dans la série de l'indol. Homologues du dioxindol et de l'isatine 253
INDUSTRIE. — L'industrie allemande et la guerre . . . 386
— La réorganisation de l'industrie chimique en France 420
INFECTION. — Un nouveau facteur du mécanisme de l'infection bactérienne. 327
INFLAMMABILITÉ. — Les limites d'inflammabilité par dilution des mélanges gazeux 64
— Inflammabilité de la poudre d'aluminium. 640
INFLAMMATION. — L'inflammation des mélanges d'éthane et d'air dans un vase clos : les effets de la turbulence. 192
INGÉNIEUR. — Comment devenir ingénieur : par l'Ecole ou par l'Usine ? 156
— La formation des ingénieurs à l'Etranger et en France 288
INOSITE. — Sur la synthèse de l'éther hexaphosphorique de l'inosite et son identité avec le principe phospho-organique de réserve des plantes vertes. . . . 537

INSECTES. — Absence d'alexine dans le sang des insectes. 225
— Action toxique de substances volatiles 356
— Une plante dangereuse pour les insectes qui en assurent la pollinisation 641
INSTITUTS. — Le projet de loi Pottevin et les Instituts techniques d'Universités. **39**
INSTITUTION. — Carnegie Institution of Washington. Year Book n° 17 (1918). 455
INTÉGRALES. — Elliptic Integrals 26
INTERSEXUALITÉ. — L'intersexualité chez un Crustacé Cladocère. 497
IONS. — Recherches sur le pouvoir ionisant des ions positifs d'un filament de tantale incandescent dans l'hélium. 64
IRRIGATIONS. — Les irrigations et les arrosages en Syrie et en Palestine. 569
ISATINE. — Sur quelques dérivés de l'isatine . . . 59, 160
ISLANDE. — The botany of Iceland 90
ITÉRATION. — L'itération 161

J

JET. — Quantité de mouvement totale et vitesse moyenne du jet de gaz sortant d'un réservoir qui se vide par une tuyère. 255

K

KARYOKYNÉTOSE. — La karyokynétose, nouvelle réaction d'immunité naturelle observée chez les chenilles de Macrolépidoptères. 569, 663
KLIPPES. — Les débris de nappe, ou klippes, de la plaine d'Alais. 389, 603
KYSTES. — Recherches sur les kystes hydatiques . 258, 358

L

LABORATOIRE. — Les travaux du Laboratoire national de Physique anglais en 1917-1918 65
— Les Laboratoires d'enseignement et de recherches de Physique et Mécanique industrielles **233**
LAINE. — L'action des conditions atmosphériques sur la laine et le drap. 504
LAIT. — L'approvisionnement en lait de Paris et de sa banlieue. 697, 698
LAITUE. — Recherches sur le développement comparé de la laitue au soleil et à l'ombre. 256
LAMELLES. — Sur les couleurs des stries dans le mica et la radiation des limites diffractantes des lamelles 500
LAMPES. — Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection 3
— Sur le vieillissement des lampes en quartz à vapeur de mercure. 296
— Caractéristiques d'oscillation des lampes à trois électrodes utilisées comme générateurs d'oscillations entretenues 635
LARYNX. — Pathologie de guerre du larynx et de la trachée. 156
LATENCE. — Recherches sur les temps de latence. 424, 698, 699
LAVES. — Dacites et dacitoïdes, à propos des laves de la Martinique. 157
— Les laves leucitiques de Trébizonde et leurs transformations 256
— La constitution minéralogique et chimique des laves des volcans du Tibesti 570
LÉPIDOPTÈRES. — Etudes sur les Lépidoptères nuisibles. 61, 539
LEUCOCYTE. — Recherches expérimentales sur la fragilité leucocytaire 498
— Tactisme produit par l'amidon. 699
LEVÉS. — Application de la photographie aérienne aux levés hydrographiques 663
LEVURE. — Sur une levure à copulation hétérogamique. 359
— Le globule de levure dépouillé de sa membrane. . 458
— Formes levures pathogènes observées dans le sang d'Acridiens 495
— La levure vivante provoque-t-elle la fermentation du sucre uniquement par sa zymase 498
LIGUE. — La Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge. . **618**
LILIACÉES. — Structure du pédoncule des fleurs . . . 30
LILLE. — Considérations sur l'État sanitaire de la ville de Lille pendant l'occupation allemande 158
LINALOL. — Nérol et linalol. 499
LIQUIDES. — La détermination exacte des tensions superficielles, du poids spécifique et de la conductibilité électrique des liquides à des températures très élevées. **5**
LIQUIDES. — Pression de vapeur des liquides en lames minces. 424
— Mesure du pouvoir inducteur spécifique 325
LOI. — Remarques sur les droites représentant la loi de Moseley 325
LONGITUDES. — Sur un projet du Bureau des Longitudes relatif à la détermination d'un réseau mondial de longitudes et de latitudes 423
LOROGLOSSINE. — Découverte d'un glucoside nouveau, la loroglossine. 256
LUBRIFICATION. — Le frottement statique et les propriétés lubrifiantes de certaines substances chimiques 606
LUEURS. — Sur les lueurs produites par le tir de l'artillerie. Procédé général d'extinction de ces lueurs. 603
LUMIÈRE. — La lumière diffusée par les gaz; sa polarisation et son intensité 63
— Sur la diffusion de la lumière par les molécules de l'air 158
— Elements of the Electromagnetic theory of Light. 286
— Sur la vitesse de la lumière dans les milieux troubles 357
— Matière et lumière. Essai de synthèse de la Mécanique chimique 361
— La transmission de la parole par la lumière. . . 540
LUMINESCENCE. — Sur les phénomènes de luminescence accompagnant l'oxydation du potassium ou du sodium. 456
— Phénomènes de luminescence électrolytique présentés par certaines anodes métalliques. 538
LYMPHANGITE. — La lymphangite épidémique des Solipèdes; traitement 188, 257
LYSOROPHUS. — La structure du *Lysorophus*, telle qu'elle se montre par les coupes en série 460

M

MACHINE A VAPEUR. — James Watt. Son rôle dans le développement de la machine à vapeur **641**
MACROLÉPIDOPTÈRES. — Cytologie du sang des chenilles de Macrolépidoptères 538
MADAGASCAR. — Les forêts à Madagascar **621**
MAGNÉTISME. — Les anomalies magnétiques du Bassin parisien 224
— Fenomeni elettroatomici sotto l'azione del magnetismo. 252
MAGNÉTITE. — Les propriétés magnétiques des variétés de magnétite 540
MAGNÉTON. — Sur les coefficients d'aimantation des gaz paramagnétiques et la théorie du magnéton 225
MAINS. — L'éducation et l'utilisation égale des deux mains 159
MALADIE. — Maladie de C. Chagas au Brésil 224
— Les maladies des Sociétés 421
MAMMIFÈRES. — Les migrations des Mammifères américains et africains à travers les régions atlantiques pendant les temps néogènes. 123, 157, 188, 357, **701**
— Morphologie du centre phrénique 188
MANCHE. — Le tunnel sous la Manche 501
MANGANÈSE. — Dosage volumétrique du manganèse dans les aciers 259
— Le minerai de manganèse 641
MANIOC. — Sur la farine de manioc et la production beurrière 192
MANOMÈTRE. — Manomètre à levier optique 606
MARGUERITE. — Variations florales chez la Grande Marguerite (*Leucanthemum vulgare*). 538
MAROC. — Le Maroc de 1918. 56
— L'Enseignement professionnel de la fillette musulmane et la rénovation des arts féminins indigènes au Maroc **211**
— Observations géologiques au Maroc 290
— La prévision des houles sur la côte du Maroc. . **108**
— Sur la faune ichtyologique des eaux douces du Maroc 665
MASSIFS. — Sur une nouvelle forme canonique des massifs armés. 91
MATIÈRE. — Matière et lumière 361
MATIÈRES. — The natural organic colouring Matters . 453
— Matières premières africaines. Caoutchouc, Textiles, Matières grasses 565
MÉCANIQUE. — Précis de Mécanique rationnelle . . . 88
— La Mécanique. Les idées et les faits 184
— Notes, Problems and Laboratory exercises in Mechanics, Sound, Light, Thermomechanics and Hydraulics 532
MÉLANGES. — Appareil pour les réaliser dans un temps très court. 725

Mélasses. — La production de la glycérine aux dépens des mélasses 396
Membrane. — Equilibre à travers des membranes de ferrocyanure et d'alcool amylique. 728
Mesures. — Appareils sensibles pour les mesures en courants alternatifs. 497
Métal. — Propriétés photo-électriques de minces feuilles de métal 639
— Couches de métal d'épaisseur minima, mesurées par leur f. é. m. 724
Métallographie. — Précis de Métallographie microscopique et de Macrographie 88
Métallurgie. — Les industries métallurgiques françaises d'avant guerre. Leur avenir. **506**
Métaux. — Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux 2
— L'occlusion des gaz par les métaux à la Société Faraday. **17**
— Propriétés des métaux soumis à l'action des rayons α 34
— La taille des métaux, d'après les expériences de F. W. Taylor, et la forme rationnelle des outils . . 353
— La fracture intercristalline des métaux sous l'application prolongée d'un effort. 390
— Relation entre les propriétés magnétiques des métaux et leur pouvoir d'occlusion pour l'hydrogène. 702
Météorologie. — Sur l'origine et le groupement des phénomènes météorologiques. 92
— Recherches sur une nouvelle méthode de prévisions météorologiques 125
— Quelles sont les conditions météorologiques qui influent sur la santé 261
Méthylsulfates. — Recherches sur les méthylsulfates. 388, 456, 537, 567, 569, 570, 602, 634, 667
Mica. — Sur les anneaux de Haidinger dans le mica. 63
— Sur les couleurs des stries dans le mica et la radiation des limites diffractantes des lamelles 500
Microbalance. — Microbalance simple et peu coûteuse. 699
Microbes. — Action de l'éther. 698
Microphone. — Sur un microphone à alvéoles multiples 569
Miellée. — Sur la miellée du peuplier 665
Migration. — Migration phénylique dans la série tétrahydronaphtalénique. 728
Minerais. — Sur l'inventaire des minerais de fer de la presqu'île armoricaine 428
Mines. — Marche des mines flottantes dans l'Atlantique nord et l'Océan glacial pendant et après la guerre 59, 603
— Les explosifs dans les mines 453
Mitochondries. — Mitochondries et symbiotes 258
Mobilité. — Sur la mobilité des atomes d'hydrogène dans les molécules organiques 256
Moelle. — Les réactions pilomotrices et les réflexes pilomoteurs dans les blessures de la moelle . . 258
Mollusque. — L'habitude du retour au nid chez un Mollusque pulmoné. 68
— L'hybridation chez les Mollusques 389
Molybdénite. — Sensibilité photo-électrique et propriétés rectifiantes de la molybdénite 463
Monde. — Le système du Monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic. 318
Monométhylamine. — La préparation de la monométhylamine au moyen de la chloropicrine. 239
Mont-Dore. — Le groupe volcanique adventif ou de superposition du Massif du Mont-Dore 424
Morbihan. — A propos d'une submersion récente des côtes du Morbihan 569, 570
Mortalité. — Un progrès social. Un moyen simple de diminuer la mortalité infantile et les abandons de nouveau-nés 667
Moteur. — Petit moteur à courant direct utilisant des tubes thermo-ioniques au lieu de contacts glissants. 328
— Les moteurs à explosion dans l'aviation 532
— Les moteurs Diesel, types fixe et marine. 721
Mouches. — Contribution à la lutte contre les mouches. 125
— L'hivernage de la mouche domestique 546
— Le rôle des mouches dans la propagation de la dysenterie bacillaire 609
— Production expérimentale de Mouches à corne . . 727
— Rôle des mouches dans la propagation du trachôme. 726
Moustiques. — Le vol des moustiques 4
— La destruction des larves de moustiques dans les eaux renfermant des *Chara* 702
Muscles. — De la reconstitution de muscles isolés ou de groupes musculaires par la faradisation rythmée intensive 157
Muscles. — Recherches sur la température des muscles du squelette dans certains états pathologiques du système nerveux. 390
Mutations. — Mutations brusques dans la formation d'une nouvelle race microbienne 257
— Mutation d'une Caridine en Ortmannie et observations générales sur les mutations évolutives des Crevettes d'eau douce de la famille des Atyides . . 569
Mutilés. — Le rendement professionnel des mutilés. . 636
Myxomycète. — Sur la sexualité chez une espèce de Myxomycète Acrasiée, *Dictyostélium mucoroides* . . 29

N

Naphte. — Détermination de la provenance d'un naphte ou de ses dérivés. 533
Natalité. — La natalité 421
Nature. — The order of Nature. An essay 187
Navigation. — Indicateur jalonneur de route pour la navigation aérienne à l'estime 289
— Le Ve Congrès national de Navigation intérieure. 637
— La navigation rhénane 671
Nébuleuses. — Sur les nébuleuses spirales 569
Nématodes. — Dimorphisme sexuel chez les Nématodes. 30
— Géonémie des Nématodes 539
Nénuphar. — Recherches expérimentales sur les causes d'émersion des feuilles de nénuphar. 696
Néoplasmes. — L'histogénèse des néoplasmes épithéliaux. 359
Nepenthes. — Etudes biochimiques sur le liquide des urnes de *Nepenthes*. 35
Nerf. — Sur la régénération fonctionnelle du nerf pneumo-gastrique 61
Nérol. — Nérol et linalol. 499
Neurologie. — Traité clinique de Neurologie de guerre. 221
Névroses. — Névroses et psychoses de guerre chez les Austro-Allemands 323
Nickel. — Dosage du nickel dans les ferro-nickels et dans les aciers au nickel. 326
Nouvelle-Calédonie. — La Nouvelle-Calédonie et les îles Loyalty. 220
Nuages. — Mesure de l'eau dans les nuages 360
Nummulites. — Les Nummulites : évolution et classification 256

O

Objectifs. — Sur le calcul des objectifs astronomiques de Fraunhofer. 120
Observatoire. — The Astronomical Observatories of Jai Singh. 419
— Annales de l'Observatoire Royal de Belgique. Physique du globe 659
Occlusion. — L'occlusion des gaz par les métaux à la Société Faraday **17**
— Relation entre les propriétés magnétiques des métaux et leur pouvoir d'occlusion pour l'hydrogène . 702
Œuvres. — Œuvres de G. H. Halphen 251
— La vie et l'œuvre de Léonard de Vinci. **165**
Oursin. — Nouvelles recherches sur l'action inhibitrice exercée par le sperme de Mollusque sur la fécondation de l'œuf d'Oursin. 602
Oiseaux. — Le temps de réaction de quelques réflexes chez les Oiseaux 101
— L'énigme du cerveau des Oiseaux. 297
— Le rôle et la valeur économique des Oiseaux . . 608
Onde. — Coordination géométrique des vecteurs intervenant dans la structure et la propagation de l'onde lumineuse. 31
— La diffraction des ondes électriques par la Terre. 31
— La transmission des ondes électriques autour de la Terre 327
Ondulations. — Ether et mécanique absolue des ondulations. 602, 634
Opacimètre. — Sur un opacimètre destiné aux dosages bactériens 290
Ophidiens. — Mue et kératinisation. 539
Orages. — Sur les orages de froid et leurs trajectoires. 255
— Les orages magnétiques 390
Organismes. — Nouvelles recherches sur la présence d'organismes vivants dans les cellules des glandes génitales mâles 567
Orientation. — Les effets d'orientation des lumières monochromatiques d'égale intensité sur les spores et les rhizoïdes de *Fucus* 545
Ortie. — Sur la présence de l'acide formique dans les poils urticants de l'ortie 640
Oscillations. — Oscillations électriques non amorties de courte longueur d'onde. 125

Oscillations. — Sur une analogie électro-technique des oscillations entretenues 289
— Sur la mesure en valeur absolue des périodes des oscillations électriques de haute fréquence . . 423, 667
— Sur l'entretien des oscillations mécaniques au moyen des lampes à trois électrodes 456
Ostéogenèse. — Processus de l'ostéogenèse. 190
Ostéologie. — Catalogue raisonné et descriptif des collections d'Ostéologie du Service d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle. Mammifères. Pholidota (Pangolins). Tubulidentata (Oryctéropes). 232, 612
Otoceras. — Couches à *Otoceras* de l'Arménie et de l'Himalaya. 568
Oxydases. — Recherches histologiques sur les oxydases 190
— Oxydases et peroxydases des tissus. 258

P

Palæmonetes. — Influence des conditions de milieu sur les larves du *Palæmonetes varians microgenitor* Boas. 663
Paludisme. — La figure du sang dans le paludisme secondaire 291
Papier. — Des microorganismes vivant dans le papier. 665
Paralysie. — Nouveaux essais de transmission du tréponème de la paralysie générale au lapin 667
Particules. — Méthode oscillante pour mesurer les dimensions des particules ultramicroscopiques . . . 393
— Enregistrement des particules α, des particules β et des impulsions dues aux rayons γ et aux rayons X. 592
Pavés. — L'augmentation de la résistance des pavés de bois. 67
Peau. — La température de la peau de l'homme . . . 576
Pellicule. — Mesure de l'épaisseur de la pellicule formée par les liquides sur le verre et le sable . . . 295
Péroné. — Le péroné du nouveau-né à la Pierre polie. 725
Peroxydases. — Recherches sur les peroxydases. 163, 350
— Sur les peroxydases dans les laits. 567
Peste. — La peste aux Indes depuis vingt ans . . . 365
Pétrole. — La recherche des gisements de pétrole. 278
— Détermination du benzène et du toluène dans le pétrole 391
— Préparation de quelques hydrocarbures volatils acycliques ou cycliques saturés renfermés dans les essences de pétrole. 495
— Emploi de la température critique de dissolution (T. C. D.) dans l'aniline à l'analyse sommaire d'une essence de pétrole 497
Phagocytose. — Sur la vitesse de réaction de la phagocytose 225
Phare. — Phare de grand atterrage avec optique à réflecteurs métalliques 570
— Prédétermination expérimentale en laboratoire de la caractéristique d'un phare à l'horizon. 634
Phasmides. — La calcium, forme de réserve 124
— Coaptation des fémurs antérieurs et de la tête . 666
Phénol. — Sur la miscibilité du phénol et des liqueurs alcalines 59
Phosgène. — Sur la préparation du phosgène 496
Phosphate. — Action des iodures alcooliques sur le phosphate trisodique en solution aqueuse 259
Phosphorescences. — Phosphorescences de types divers 193
Photo-électricité. — Variations du courant photo-électrique produites par l'échauffement, l'occlusion et l'émission des gaz. 231
— Propriétés photo-électriques de minces feuilles de métal 639
Photographie. — Applications de la photographie aérienne à l'agronomie 292
Photométrie. — Application de la Photométrie photo-électrique à l'Astronomie 543
— Sur une solution de la photométrie hétérochrome. 665
Photophorèse. — Action mécanique et osmotique de l'énergie rayonnante sur les milieux qu'elle traverse. Théorie de la photophorèse 290
Physique. — Les progrès de la Physique moléculaire. 155
— Leçons élémentaires de Physique expérimentale selon les théories modernes 492
— Lectures on ten British Physicists of the 19th Century. 721
Piézo-électricité. — L'application de la piézo-électricité à la mesure des pressions 330
Pigeon. — Corrélation entre la glande du jabot du pigeon et les glandes génitales. 499
Pins. — Sur les tumeurs bactériennes expérimentales des Pins 612
Pisciculture. — La pisciculture d'eau douce en France. 350
Pithécanthrope. — Sur quelques caractères du fémur du Pithécanthrope 289
Plaies. — Recherches biochimiques sur les plaies de guerre. 60, 125
— Les lois de cicatrisation des plaies sont-elles réductibles aux lois générales de croissance des organismes 158
— Biologie de la plaie de guerre 354
Planaire. — Sur le déterminisme des deux modes de reproduction d'une Planaire : *Polycelis cornuta* Johnson 424
Plankton. — L'action du sulfate de cuivre sur le plankton des eaux d'alimentation 68
Plantes. — Influence de la lumière sur l'absorption des matières organiques du sol. 189
— Etude spectrographique des cendres de plantes marines 223
— Utilisation du glucose et du lévulose par les plantes supérieures 256
— Plantes à parfum et plantes aromatiques 287
— Culture et industrie des plantes aromatiques et des plantes médicinales de montagne 693
Plaque. — Emploi du violet méthyle pour sensibiliser les plaques photographiques dans le rouge . . 163
— Simplification du développement contrôlé des plaques autochromes 575
Plaquettes. — Le rôle des plaquettes sanguines dans l'immunité naturelle 464
Platine. — Remplacement du platine par un alliage dans les appareils d'analyse électrolytique 95
— Réduction du chloroplatinate de K. 123
— Evolution des solutions d'ac. tétrachloro-platinique 423
Platybrachie. — La platybrachie et les races humaines néolithiques 697
Plèvre. — Sur l'endo-plèvre 539
Plomb. — Poids atomique du plomb extrait de la samarskite 331
— Sur le poids atomique du plomb-radium 673
Pluie. — La pluie en France. 92, 124
— Esquisse d'une théorie de la pluie. Influence de l'altitude. 158
— Sur l'effet produit par l'électricité de la pluie sur un fil isolé 695
Poids. — La détermination exacte des tensions superficielles, du poids spécifique et de la conductibilité électrique des liquides à des températures très élevées. 5
— Poids atomique du plomb extrait de la samarskite. 331
— Appareil isotonique (isosmotique) pour comparer les poids moléculaires 540
— Sur le poids atomique du plomb-radium. 673
Pointage. — Sur un système de pointage sur objectifs aériens. 635
Poissons. — Les Poissons fossiles du terrain houiller du nord de la France 59
— Sur des poissons fossiles de la région côtière du Congo et sur la présence de l'Eocène dans cette région. 570
Poix. — Le point de ramollissement de la poix. . . . 391
Polarisateur. — Sur un nouveau polarisateur . . . 328
Polarisation. — Force contre-électro-motrice de polarisation dans l'acide sulfurique. 388
Pollen. — Sur le rôle de l'assise nourricière du pollen. 423
Pollinisation. — Une plante dangereuse pour les insectes qui en assurent la pollinisation. 641
Polygonacées. — Embryogénie 290
Pommes. — Sur la richesse saccharine des pommes à cidre. 636
Population. — The mathematical Theory of population 690
Potasse. — Le champ de potasse d'Alsace 177
Potentiels. — Influence des diélectriques sur les potentiels disruptifs 99
— Gradient de potentiel électrique et opacité atmosphérique à l'Observatoire de Kew 127
— Détermination expérimentale du potentiel d'ionisation pour les électrons dans l'hélium. 226
Poudre. — Sur les phénomènes qui se produisent dans la combustion de la poudre en vase clos 495
— Sur les poudres B pures 570
— Sur les poudres sans flammes. 602
Poule. — De la possibilité, pour les éleveurs, d'obtenir à volonté des mâles ou des femelles dans les races gallines 497
Poumon. — Pénétration d'une substance médicamenteuse. 199, 539

Poumon. — Ventilation pulmonaire 324, 357
— Force élastique des poumons malades 567
Pouvoirs. — Existence d'une relation approchée entre les deux pouvoirs rotatoire (ordinaire et dispersif). 537
— Mesure du pouvoir inducteur spécifique des liquides 727
Poux. — L'invasion des poux aux armées en campagne pendant la guerre de 1914-1918. . . . . **308, 312**
Pressions. — Sur les actions mutuelles des basses pressions. 255
— Sur l'emploi industriel de pressions élevées . . . 634
— Lois expérimentales des variations de la pression barométrique 724
Prévision. — Sur une règle de prévision des variations barométriques et son coefficient de certitude. 158, 189, 537
Primevérose. — Caractères et composition du primevérose. 665, 696
Principe. — Recherches nouvelles sur le principe de Pasteur **298**
Prisonniers. — Le syndrome d'hypotrepsie chez les prisonniers français rapatriés d'Allemagne. . . . 324
Prix. — Les prix Nobel 669
Probabilité. — Entropie et probabilité **135**
Projectiles. — Les projectiles inclus dans le médiastin 288
Projection. — Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection 3
Protection. — De la protection maternelle et infantile pendant la quatrième année de guerre dans le camp retranché de Paris. 93
Protéines. — The Physical Chemistry of the Proteins. 661
Protéolyse. — Mesure de la protéolyse microbienne . 126
Protogine. — A propos de la protogine du Mont-Blanc. 666
Protozoaires. — La restauration de la vitalite par conjugaison chez les Protozoaires 431
Protubérances. — Latitudes héliographiques des protubérances solaires (1880-1918). 603
Pseudo-grasserie. — La pseudo-grasserie, maladie nouvelle des chenilles de *Lymantria dispar*. . . . 124
Psychiatrie. — Manuel de Psychiatrie 287
— Psychiatrie de guerre 536
Psychoses. — Les psychoses cocaïniques 662
Publicité. — Précis intégral de Publicité 494
Puceron. — Le cycle évolutif du Puceron lanigère du Pommier (*Eriosoma lanigera* Haussmann). 567
Puits. — Le puits le plus profond du monde. 544
Punaise. — Destruction de la punaise des lits (*Cimex lectularius* Mer.) par la chloropicrine 570

Q

Quanta. — La formule de Ritz et la théorie des Quanta. 457
Quaternaire. — Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires 29, 356

R

Racines. — Le forçage artificiel des racines. 67
— Sur le lieu d'absorption de l'eau par la racine. 388
— Modifications anatomiques des racines par action mécanique 538
— Sur l'absorption des sels minéraux par le sommet de la racine. 567
Radiations. — La découverte des objets invisibles par les radiations calorifiques 605
— Séparateurs de radiations : application à la spectropolarimétrie 664
— Le pouvoir ozonogénique de la radiation solaire à l'altitude de l'Observatoire du Mont-Blanc 696
Radio-activité. — Radio-activité de l'uranium 724
Radiographie. — Propriété des écrans renforçateurs utilisés en radiographie 262
Radiotélégraphie. — Radiotélégraphie par rayonnement infra-rouge 537
Radiumthérapie. — La radiumthérapie des tumeurs en oto-rhino-laryngologie 358
Rage. — Au sujet de l'épizootie de rage qui sévit dans la région parisienne 158, 189
— Recherches sur la rage : immunité, immunisation, vaccination, etc. 191, 258, 291, 498
Rails. — Sur une cause de rupture des rails et un moyen de la supprimer. 634
— Sur un calcul du courant lancé dans le sol par les rails des tramways électriques. 665
Ration. — Ration d'entretien. 370, 425, 538
Rationnement. — Bases physiologiques du rationnement. 325
Ravitaillement. — Ravitaillement civil de l'Allemagne pendant la guerre 292
Rayonnement. — Intervention de la Chimie dans la théorie du rayonnement calorifique. 426
Rayons. — Propriétés des métaux soumis à l'action des rayons α 34
— Nouvelles observations sur le rayon vert : le rayon vert artificiel. 162
— Simplified method of tracing rays through any optical system of lenses, prisms and mirrors . . . 219
— Sur la structure spectrale des rayons γ 255
— Sur une modification à la méthode fluorométrique de mesure des rayons X, et son application à la mesure du rayonnement des ampoules Coolidge . . 324
— Spectroscopie des rayons X. Sur le spectre d'absorption L du radium. 324
— Enregistrement des particules α, des particules β et des impulsions dues aux rayons γ et aux rayons X. 502
— Sur les spectres de rayons X des éléments. . . . 537
— L'application des rayons ultra-violets au signalement 638
— Sur les constantes fondamentales de la spectrométrie des rayons X 664, 696, 728
Recherche. — Le rôle du Gouvernement britannique dans l'organisation de la recherche scientifique . . **165**
— Création d'un Conseil international de Recherches scientifiques. 541
Récoltes. — Magasinage en commun des récoltes . . 96
Réflexes. — Le temps de réaction de quelques réflexes chez les Oiseaux. 101
Réfraction. — Méthode par immersion pour la mesure des indices de réfraction des corps solides 499
Refroidissement. — Le refroidissement du sol pendant la nuit et les gelées de printemps 670
Relativité. — Le principe de la relativité généralisé et l'Eclipse de Soleil du 29 mai 1919 669
Reproductions. — Les reproductions photomécaniques polychromes 631
Résistance. — Rapports entre la résistance globulaire aux solutions chlorurées sodiques et la dimension de l'hématie. 225
— Variation de la résistance électrique pendant la fusion des métaux. 230
— Le coefficient de température de la résistance de l'eau à la tension. 328
Respiration. — Variations de la respiration des cellules de la feuille avec l'âge 635
Ressorts. — Calcul des ressorts. Formules pratiques et barèmes 286
Rétine. — Persistance des vibrations lumineuses en différentes régions 457
Retour au nid. — L'habitude du retour au nid chez un Mollusque pulmoné 68, 726
Revue. — Revue de Géologie **20, 47**
— Revue d'Anatomie. **141**
— Revue de Botanique **242**
— Revue d'Agronomie **370, 411**
— Revue de Chimie minérale **442**
— Revue d'Astronomie (années 1917 et 1918) **521**
— Revue d'Embryologie **680, 713**
Rhin. — La navigation rhénane. 671
— Le trafic du Rhin et le port de Strasbourg 703
Rhône. — L'aménagement du Rhône 229
Ricin. — Sur la culture du ricin à Marseille. 192
Rideaux. — Sur la genèse des formes de terrain appelées rideaux en pays crayeux. 537, 568
Riz. — Action diurétique du riz. 359
Roches. — Sur la signification et le rôle de la lapiesation dans la désagrégation des roches granitiques en Portugal. 356
— Production de fer oxydulé magnétique dans une roche par le chauffage 575
— Succession de roches éruptives anciennes dans le désert arabique 635
— Sur les roches à Radiolaires des terrains dévoniens de la vallée de la Bruche (Alsace) 664
— Sur quelques effets du laminage des roches . . . 696
Rotations. — Sur les rotations très rapides 634
Rouille. — La rouille du fer en contact avec d'autres métaux et alliages 231
Roumanie. — France et Roumanie **675**
— Collaboration scientifique et universitaire Franco-Roumaine **675**
Ruissellement. — Sur les coefficients de ruissellement des cours d'eau dans le Massif central 696
Rupture. — Sur la rupture prématurée des pièces d'acier soumises à des efforts répétés 91
Rut. — Rut et menstruation 390

S

SACCHARINE. — L'analyse de la saccharine commerciale 227
SACCHAROSE. — Inversion du saccharose. . . . 423, 665
SAHARA. — Sur la faune ichthyologique du Sahara oriental 357
SALIVE. — Pouvoir amylolytique de la salive. . . . 291
— Action de l'ouabaïne et de la strophantine sur la secrétion salivaire 726
SANG. — Différenciation des premières cellules sanguines. 30
— Variation de la masse sanguine chez les blessés . 61
— Sur une méthode de coloration élective du sang paludéen 258
— Modifications au moment de la naissance 498
— Dosage de l'alcalinité. 698
— Teneur en Ca et Mg dans l'épilepsie 699
SANTÉ. — Quelles sont les conditions météorologiques qui influent sur la santé? 261
SAUCISSON. — La maturation du saucisson 290
SAUMON. — Recherches sur la biologie des saumons. 29, 357
SAUROPSIDÉS. — Epiphyses et cartilage de conjugaison. 568
SAUTERELLES. — L'utilisation industrielle des sauterelles comme engrais. 575
SAVEUR. — Saveur et constitution chimique 430
SCAPOLITE. — Sur une scapolite des pegmatites de Madagascar constituant une gemme. 568
SCIENCE. — A short history of Science 28
SÉLECTION. — Les méthodes de sélection appliquées aux céréales de semences. Etat actuel de la question **79, 108**
— La sélection humaine. 600
SÉLÉNIATES. — Les séléniates doubles monocliniques du groupe du cobalt 571
SERBIE. — Les frontières historiques de la Serbie . . . 455
SÉRIE. — Note sur le décrément de l'intensité dans la série de Balmer 390
SÉROTHÉRAPIE. — 25 années de sérothérapie antidiphtérique. 636
SÉRUM. — Action antagoniste contre les protéases . . 126
— Pouvoir antitoxique du sérum et du plasma chez les chevaux producteurs de sérum antitétanique et antidiphtérique 190
— Sur la séroréfraction du sérum sanguin. 191
— Sérums antipneumococciques 458
— Sur la préparation et la conservation des sérums et vaccins par la dessiccation dans le vide absolu. . 635
SEXUALITÉ. — Le conditionnement physiologique des caractères sexuels secondaires 253
SIFFLETS. — Quelques expériences d'acoustique sur des sifflets et des flûtes 328
SIGNALEMENT. — L'application des rayons ultra-violets au signalement 638
SILICE. — Emploi de la silice gélatineuse comme milieu bactériologique 674
SODAMMONIUM. — Le sulfate de sodammonium, un nouvel engrais 260
SOIE. — La formation des fils de soie 36
SILICE. — Sur la silice amorphe précipitée 158
SOCIÉTÉ. — Les médailles de la Société Royale de Londres 669
SOIF. — Les bases physiologiques de la soif **69**
SOL. — La stérilisation partielle du sol 96
SOLEIL. — Température centrale du Soleil 188
— Observations magnétiques faites à Buenos-Ayres pendant l'éclipse annulaire de Soleil du 3 décembre 1918 663
— Observations faites à Lyon 725
— Relations remarquables entre les éléments du système solaire 721
SOLUBILITÉ. — Théorie de la solubilité 256
SONDAGE. — Sur un procédé de sondage en mer, à bord d'un bateau en marche, basé sur la propagation du son dans l'eau. 423
SONNERIE. — Fonctionnement de la sonnerie électrique. Expérience de cours 427
SONS. — Sur les sons produits par des gouttes tombant sur l'eau 63
— Sur une nouvelle détermination de la vitesse du son à l'air libre 123
— La mesure absolue de l'intensité du son **517**
— Mesure de la vitesse de propagation des ondes sonores dans l'eau de mer 568
— Variation de l'intensité du son émis par les résonateurs et les tuyaux d'orgue suivant la pression du courant d'air 672
SONS. — Etude des vibrations sonores de certains gels d'acide silicique 673
— Emploi des tuyaux sonores pour la détermination du nombre de vibrations d'un son quelconque . . . 701
SORGHO. — Sur la question du sorgho 192
SOUDURE. — La soudure autogène. Ses progrès pendant la guerre **133**
SOUFRE. — Constitution de la vapeur de soufre . . . 328
SPARTÉINE. — Action de H^2O^2 sur la spartéine 500
SPECTRES. — Les spectres des gaz monoatomiques . . 226
— Sur les spectres d'absorption et les potentiels d'ionisation du calcium, du strontium et du baryum. . . 227
— Émission et absorption dans le spectre infra-rouge du mercure, du zinc et du cadmium. 227
— Remarques sur la constitution des spectres d'absorption 388
— Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes. 456, 634, 664
— Etude du spectre de lignes du sodium excité par la fluorescence. 500
— Sur les spectres des rayons X des éléments . . . 537
— Les spectres numériques 630
— Sur une forme nouvelle donnée aux formules des spectres de lignes 695
— Sur le spectre de rayons X du tungstène 696
— Spectres émis au voisinage d'une lame de graphite incandescente 724, 725
SPIRILLES. — Les spirilles des végétations vénériennes. 358
SPIROCHÉTOSE. — Travaux sur la spirochétose ictéro-hémorragique 30, 94
STABILISATION. — Sur la stabilisation de l'acroléine. . 695
STAPHYLOCOQUES. — Classification des staphylocoques. 225
STATION. — La Station zoologique de Naples. **366**
— La Physiologie et la Station zoologique de Naples. **368**
STATIQUE. — Statique graphique 155
STATISTIQUE. — Statistique agricole annuelle (1916). . 323
STÉRÉOSCOPIE. — Appareil pour l'examen simultané d'un même cliché stéréoscopique par deux personnes. . 695
STERIGMATOCYSTIS. — Recherches biochimiques sur le *Sterigmatocystis nigra*. 59, 158, 228, 292, 697
STÉRILISATION. — La stérilisation partielle du sol . . . 96
STRABISME. — Une nouvelle conception du strabisme et le traitement qui en dérive. 396
SUCCULENCE. — L'origine et le support physique de la succulence chez les plantes 332
SUCRASE. — Loi d'action 457
SULFATE. — Action du sulfate diméthylique sur diverses substances. . . . 388, 456, 537, 567, 569, 570, 602, 634
SULFONES. — Sur la stabilité des sulfones formées par les iodures de sodium, de rubidium et de césium. 457, 538
SUMP. — Le Sump, *Balanites ægyptiaca* 702
SURCHAUFFE. — L'emploi de composés chimiques pour déceler la surchauffe des paliers ou des parties de machines 262
— La surchauffe de la vapeur ; ses avantages. . . . 563
SURDITÉS. — Causes et durées de certaines surdités de guerre 425
— Oreille et surdité du musicien. 425
SURFACES. — L'air des surfaces. 460
SUSCEPTIBILITÉS. — Mesure des susceptibilités magnétiques d'ordre faible 227
— Influence de la constitution moléculaire et de la température sur la susceptibilité magnétique . . . 571
SYLVICULTURE. — Expériences de sylviculture concernant l'effet des éclaircies. 636
SYPHILIS. — Séro-diagnostic de la syphilis. 60, 125, 292, 498

T

TACHES. — Sur la nature des taches solaires. 62
TCHAD. — Contribution nouvelle à la faune ichthyologique du lac Tchad 635
TECHNIQUE. — Notions de Technique microscopique (application à l'étude des Champignons) 661
TÉLÉPHONIE. — Sur un procédé de téléphonie secrète. 537
TEMPÉRATURE. — La température en Chine et à quelques stations voisines. 322
— Sur la détermination des températures atteintes dans les réactions explosives. 388
TEMPS. — Sur l'unification du temps astronomique et du temps civil 423
— Sur la transformation mécanique du temps sidéral en temps moyen. 567
— La cinématographie des mouvements atmosphériques et la prévision du temps 665

TENSIONS. — La détermination exacte des tensions superficielles, du poids spécifique et de la conductibilité électrique des liquides à des températures très élevées 5
— La tension de vapeur des mélanges de liquides : l'Azéotropisme. 386
TERRE. — La face de la Terre 323
TESTICULE. — Placentomes et choriomes du testicule . 424
TÉTANOS. — Voie d'absorption de la toxine tétanique. 61
— Le tétanos chez les blessés de guerre en 1918 . . 666
THALLIUM. — L'extraction du thallium des poussières 531
THÉ. — La culture du thé aux Indes néerlandaises . **516**
— La culture du thé dans divers pays 631
THÉORIES. — Les théories émissives et le principe de Doppler-Fizeau 223
THÉRAPEUTIQUE. — La thérapeutique jugée par les chiffres. 357
THERMO-ÉLECTRICITÉ. — Thermo-électricité du mercure liquide démontrée au moyen du galvanomètre 603
TIBESTI. — Esquisse géologique du Tibesti, du Borkou, de l'Erdi et de l'Ennedi 456
— Les volcans du Tibesti 457
TIRS. — La probabilité dans les tirs de guerre . . . 660
TISSU CONJONCTIF. — Histogenèse. 61, 190, 225
— Disparition dans l'organisme 459
— Formation aux dépens de protoplasma mort . . 666
TOURBE. — La tourbe et son utilisation. 89
— Exploitation industrielle de la tourbe 598
TOURBILLONS. — Sur les tourbillons d'une veine fluide 356
TOURS. — Les tours 251
TOUX. — Mécanisme de la toux dans les maladies respiratoires 666
TRACHÉE. — Pathologie de guerre du larynx et de la trachée. 156
TRACHOME. — Rôle des mouches dans sa propagation. 726
TRACTEURS. — L'emploi des tracteurs pour l'arrachage des betteraves. 95
TRAITÉ. — Ce que le traité de paix doit exiger de la science et de l'industrie allemandes **102**
TRANSPORTS. — L'organisation économique des transports industriels automobiles dans une grande ville. 188
TRAVAIL. — Organisation du travail intellectuel . . 90
— L'Organisation scientifique du travail **588**
TRÉMATODES. — Continuité de la lignée des cellules germinales chez les Trématodes 93
TREMBLEMENT. — Recherches sur le tremblement . . . 121
TREMPE. — Contribution à l'étude de la trempe de certains alliages d'aluminium 602
TROCHANTER. — Mode d'ossification du grand trochanter chez l'homme de la Pierre polie 457
TROMPE. — A propos d'une trompe à mercure à remontage automatique 163, 503
TROUBLES. — Troubles mentaux et troubles nerveux de guerre 387
TRYPANOSOMES. — Sur les variétés acentrosomiques artificielles des Trypanosomes 290
TUBE. — Un nouveau tube à vide à anode extérieure . 430
— L'impression radiographique du tube Coolidge . 459
TUBERCULOSE. — Fréquence de la tuberculose pulmonaire chez les représentants des races colorées importées en France 190
— L'état actuel de la chimiothérapie de la tuberculose et les difficultés du problème 196
— Sur la déclaration obligatoire de la tuberculose . 225,257,291,324, 358
— La réaction de fixation avec les antigènes de Calmette et Mussol et le pronostic de la tuberculose pulmonaire 459
— Une épreuve de guérison de la tuberculose pulmonaire 424
— Héliothérapie préventive de la tuberculose chez l'enfant. L'école au soleil 458
— Les acquisitions récentes de la médecine expérimentale dont il faut tenir compte désormais dans nos efforts de lutte antituberculeuse 697
— Contribution à la prophylaxie générale de la tuberculose humaine 697
— L'alcool benzylique dans la tuberculose 727
TUNISIE. — Statistique générale de la Tunisie (1917) 287
TUMEURS. — Tumeurs dites coccygiennes de Luschka. . 30
TUNNEL. — Principes et règles scientifiques pour l'établissement des longs tunnels sous nappe d'eau . . 124
— Le tunnel sous la Manche. 501
— Les Tunnels des Alpes 599
TYPHIQUE. — Mécanisme de l'infection typhique chez le lapin. Vaccination antityphique par la voie buccale 496
TYPHOSE. — Sur une épizootie de typhose aviaire 665, 695
TYPHUS. — Les infections expérimentales inapparentes. Exemples tirés de l'étude du typhus exanthématique. 290
— Cytologie du liquide céphalo-rachidien 390
— Entretien du virus 459

U

UNIVERSITÉS. — Les Universités et la vie scientifique aux États-Unis 121
URANIUM. — Le rouge d'uranium 459
— Radio-activité de l'uranium 724
URÉASE. — Mécanisme de l'action toxique de l'uréase 325, 497
URÉE. — Procédé précis de dosage de l'urée dans de faibles quantités de sang 95
— Formation, par oxydation des substances organiques, d'un terme intermédiaire produisant spontanément de l'urée 157
— Le mécanisme de la formation artificielle de l'urée par oxydation et la synthèse des principes naturels chez les végétaux 424
UREA. — L'*Urera Humblotii* H. B 223
URINE. — Excrétion urinaire 359
USINES. — Installations à hautes tensions et usines centrales. 353
USURE. — Sur les recherches de résistance à l'usure des pièces de machines agricoles 664

V

VACCIN. — Lipo-vaccin antigonococcique 190
— Vaccination contre le virus charbonneux 667
— Le vaccin sec. Technique de sa préparation 498
— Technique de la conservation du vaccin 667
VACCINATION. — Vaccination jennérienne dans les usines de guerre de la région parisienne 325
VALENCE. — La nature de l'affinité chimique et la valence des atomes 194
VARDAR. — Contribution à la détermination des niveaux lacustres de la basse vallée du Vardar. 189, 568
VARIOLE. — La variole à Paris et dans la banlieue pendant la guerre (août 1914 à juin 1919). . . . 458
VÉGÉTAL. — Éléments minéraux et azote chez le végétal 30
VENINS. — Recherches sur les venins 359,636, 699
VENT. — Recherches sur le vent, sa vitesse, son intensité, ses relations avec les variations des éléments météorologiques et la prévision du temps 123,289,356,424,456,457,496,568,571,663, 665
— Les cartes des vents à l'usage des aéronautes. . **168**
VENTILATION. — Courbe de ventilation pulmonaire. 324, 357
VER-LUISANT. — Le ver-luisant provençal 498
VERRE. — Mesure de l'épaisseur de la pellicule formée par les liquides sur le verre et le sable 296
— Recherches sur le recuit des verres d'optique . . 462
— Sur l'attaque des verres réduits en poudre . . . 569
VERTÉBRÉS. — Considérations sur la constitution du système musculaire général des Vertébrés . . . 30
VERRERIE. — L'effet de la chaleur sur la verrerie de laboratoire. 66
VÊTEMENT. — L'antiseptisation des vêtements du combattant. 546
VIANDE. — La consommation de la viande frigorifiée en France. 358
— Production de la viande de porc 95
VIBRATION. — Expériences démontrant un effet électrique dans les métaux en état de vibration 226
VIGNOBLES. — La protection des vignobles d'Alsace-Lorraine et la reconstitution des vignobles septentrionaux éprouvés par la guerre 604
VISCOSITÉ. — Sur une application nouvelle de la viscosité 125
VITAMINES. — Vitamines et champignons 325
— Larves de mouches et vitamines 699
VOIX. — Timbre chez les sourds et les muets 125
VOLCAN. — Le volcan du Sancy. Ses volcans secondaires et ses lacs 60

Z

ZIRCONIUM. — Sur le dosage du zirconium 158, 360

Paris. — Imp. LEVÉ, 17, rue Cassette. — S.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02325